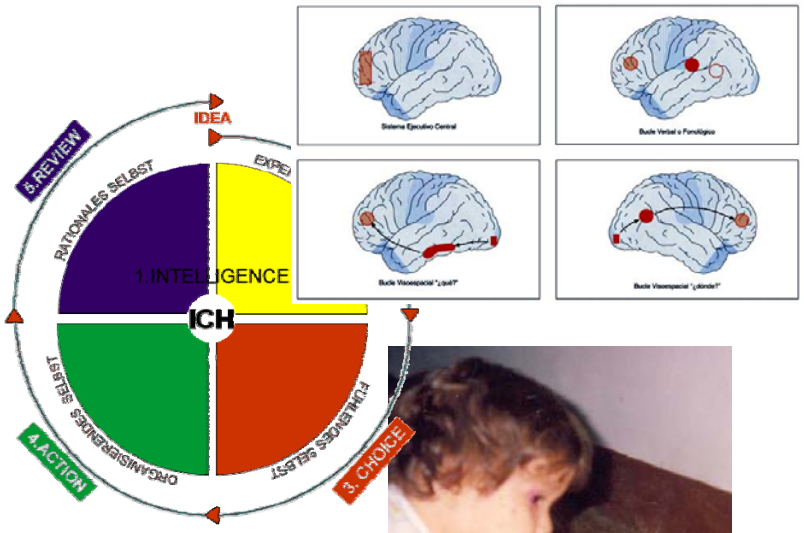
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
ESCUELA DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS HISTÓRICO SOCIALES Y EDUCACIÓN
Maestría en Ciencias de la Educación
Mención: Psicopedagogía Cognitiva

Neurociencia Cognitiva y Educación

José Gómez Cumpa



Fondo Editorial FACHSE
Serie: Materiales del Postgrado

Lambayeque, 2004

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Rector : Jorge Cumpa Reyes
Vicerrector Académico : José Ponce Ayala
Escuela de Postgrado
Director : Francis Villena Rodríguez
Facultad de Ciencias Histórico Sociales y Educación
Decano : Mauel Tafur Morán
Programa de Maestrías
Coordinador : Manuel Oyague Vargas
Coordinador Académico : José W. Gómez Cumpa
Coordinador de Investigación : Julio C. Sevilla Exebio
Mención en Psicopedagogía Cognitiva
Coordinador : José Gómez Cumpa
Comité Asesor Internacional : María Teresa Esquivias Serrano (UNAM, México), Francisco Herrera Clavero y Mª Inmaculada Ramírez Salguero, Mª Inmaculada Herrera Ramírez (Universidad de Granada, España)

Neurociencia cognitiva y educación

Equipo de trabajo
Coordinación y edición : José Gómez Cumpa
Colaboradores : Mª Inmaculada Herrera Ramírez
Miguel Ángel de la Cruz Vives
Jesús Martínez Velasco
Fredy E. González
Lisette Poggioli
Francisco Herrera Clavero
Mª Inmaculada Ramírez Salguero
Carlos Ruiz Bolívar
Pablo Cazau
Miguel Martínez Miguélez

Serie: Materiales del Postgrado
© José Gómez Cumpa
neurocienciacognitiva@gmail.com josewgomez@gmail.com
51-74-97-9775975
Fondo Editorial FACHSE, Ciudad Universitaria de Lambayeque, Perú
Compilación y edición: José Gómez Cumpa
Impresión:
Tiraje: 1000 ejemplares
Primera edición: septiembre 2004
Impresión: Imprenta Peruana SAC, Chiclayo, Perú

Maestría en Ciencias de la Educación
Mención en Psicopedagogía Cognitiva

NEUROCIENCIA COGNITIVA Y EDUCACIÓN

José Gómez Cumpa, editor

Lambayeque, 2004

Contenido

Prólogo
Presentación

Parte I **Neurociencia: procesos neusofisiológicos y pensamiento**
Capítulo 1 Distintos planteamientos sobre el problema cuerpo-mente
Capítulo 2 El cerebro: Introducción a la Neurociencia Cognitiva

Parte II **La ciencia cognitiva: enfoques y aplicaciones**
Capítulo 3 La ciencia cognitiva, una investigación interdisciplinar. Etapas de su construcción
Capítulo 4 Las ciencias cognitivas como contexto para interpretar las nuevas concepciones acerca del aprendizaje
Capítulo 5 Perspectivas actuales de la investigación en el área cognoscitiva

Parte III **Neurociencia cognitiva y educación**
Capítulo 6 Neurociencia y Educación
Capítulo 7 Estilos de aprendizaje: el modelo de los cuadrantes cerebrales
Capítulo 8 El proceso creador a la luz de la Neurociencia

Parte IV **Desarrollo del pensamiento**
Capítulo 9 Teorías, programas y estrategias de desarrollo del pensamiento
Capítulo 10 Cognición-Metacognición
Capítulo 11 Habilidades cognitivas
Capítulo 12 Estrategias cognoscitivas: una perspectiva teórica

Autores	Capítulo
Miguel Ángel de la Cruz Vives Doctor en Filosofía, I.E.S, Madrid e-Mail: macruz@platea.pntic.mec.es	1: Distintos planteamientos sobre el problema cuerpo-mente
Mª Inmaculada Herrera Ramírez, Licenciada en Psicopedagogía, Doctora en Psicopedagogía, Facultad de Educación y Humanidades de Ceuta, Universidad de Granada. e-Mail: inmaculadah@hotmail.com	2: El cerebro: Introducción a la Neurociencia Cognitiva 9: Teorías, programas y estrategias de desarrollo del pensamiento
Jesús Martínez Velasco Doctor en Filosofía**, ,** Departamento de Filosofía, Universidad de Valladolid	3: La ciencia cognitiva, una investigación interdisciplinar. Etapas de su construcción
Fredy E. González Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay fgonzalez@ipmar.upel.edu.ve	4**:** Las ciencias cognitivas como contexto para interpretar las nuevas concepciones acerca del aprendizaje
Lisette Poggioli, profesora del Instituto Pedagógico de Caracas lpoggiol@ucab.edu.ve.	5: Perspectivas actuales de la investigación en el área cognoscitiva 12. Estrategias cognoscitivas: una perspectiva teórica
Carlos Ruiz Bolívar, Ph. D., Coordinador General de Investigación Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Barquisimeto. e-mail: cruizbol@cantv.net	6: Neurociencia y educación
Pablo Cazau, Licenciado en Psicología y Profesor de Enseñanza Media y Superior en Psicología, Buenos Aires e-mail: pcazau@hotmail.com	7: Estilos de aprendizaje: el modelo de los cuadrantes cerebrales
Miguel Martínez Miguélez, Doctor en Pedagogía por la Universidad Pontificia Salesiana de Roma. Profesor-Investigador Titular (Jubilado) en la Universidad Simón Bolívar de Caracas, Maestría de Psicología y en el Doctorado de Ciencia Política (Universidad Simón Bolívar), y en el Doctorado de Estudios del Desarrollo del CENDES (Universidad Central de Venezuela e-Mail: miguelm@usb.ve	8: El proceso creador a la luz de la Neurociencia
Francisco Herrera Clavero Doctor en Psicología por la Universidad de Granada y Doctor en Filosofía y Ciencias de la Educación por la U.N.E.D, profesor de la Universidad de Granada, Ceuta e-mail: fherrera@ugr.es ***Mª Inmaculada Ramírez Salguero*** Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Educación a Distancia, Catedrática de la Universidad de Granada, Ceuta e-mail: iramirez@ugr.es	10: Cognición-Metacognición 11: Habilidades cognitivas

Prólogo

En las últimas décadas se ha progresado considerablemente en el conocimiento del cerebro y la inteligencia. Sabemos mucho más no sólo sobre la organización anatómica del cerebro y cómo circula en él la información, sino también sobre la interacción con el mundo exterior, ya sea físico, social o cultural. Estamos en el inicio de una revolución en la formación de una base científica de los procesos psicológicos.

Hemos avanzado mucho, por ejemplo, en la comprensión de los mecanismos moleculares muy íntimos que se producen en la comunicación entre neuronas. El influjo nervioso se transmite de una neurona a otra a través de una sustancia química (un neurotransmisor), liberada por la primera y reconocida por la segunda, gracias a unos receptores específicos. Conocemos ahora unos cuarenta neurotransmisores y más de mil receptores, si incluimos los receptores del olfato. Sobre todo, cada día comprendemos mejor la naturaleza química y el funcionamiento del pensamiento y la inteligencia.

La Neurociencia Cognitiva, ha asumido y asume la tarea de penetrar en la estructura y funcionalidad del cerebro humano. Esta disciplina, en construcción, es alimentada con un conocimiento interdisciplinario. Hoy (2004) podríamos hacer la misma afirmación de Tony Buzan, quien decía en 1992 que la mayoría de nuestros conocimientos proviene de los últimos diez años. En efecto, hay un incremento exponencial de los estudios sobre el cerebro y las inteligencias, facilitados por las nuevas tecnologías, y el interés creciente en estos temas. Habiendo surgido hace algo más de 20 años, la Neurociencia Cognitiva es reciente: ha acumulado en los últimos diez años, el 95% de su saber.

La década del cerebro, como se ha denominado a los noventas, ha dado sus productos y distintas áreas pueden usufructuarlos, entre ellas la educación.

Los modelos educativos de nuestro milenio deben ser el resultado de estos nuevos descubrimientos. El conocimiento y el proceso de enseñanza-aprendizaje, son su transmisor y difusor.

La Neurociencia Cognitiva es el conocimiento que estudia las relaciones mente-cerebro, los procesos mentales desde un abordaje interdisciplinario. Las disciplinas que determinan el nacimiento de la Neurociencia

Cognitiva en los últimos diez años, son la Neuroanatomía (Estructura cerebral macro y micro), la Neurofisiología (Funcionamiento cerebral), las Tecnologías de Neuroimágenes, las Ciencias Cognitivas (Psicología Cognitiva, Teoría de la Información, Teoría de Sistemas), la Etología.

La Neurociencia Cognitiva se aplica en toda área en que una persona, interactuando con su ecosistema, necesite optimizar sus funciones, entre ellas el área educativa y su proceso de enseñanza-aprendizaje. Resultado de esa aplicación será la posibilidad de optimizar las capacidades potenciales neurocognitivos de las personas, mejorando el aprendizaje significativo, el pensamiento superior, el pensamiento crítico, la autoestima y la construcción de valores.

La Neurociencia Cognitiva permite en las personas optimizar el procesamiento de la información, desarrollar las inteligencias múltiples, el conocimiento y desarrollo de los sistemas representacionales, el desarrollo de los sistemas de memoria, la generación de significados funcionales, y el desarrollo de inteligencia emocional.

Todo ello se expresa en la emergencia de un modelo cognoscitivo de enseñanza, caracterizado porque el profesor construye la información activamente con los alumnos (constructivismo); el profesor actúa como coordinador-mediador; comunicación pluridireccional (profesor-alumno/alumno-alumno); el profesor explora la individualidad de los alumnos (estilos de aprendizaje); existen múltiples inteligencias en los alumnos y, acorde a ellas, se enseña y aprende; se privilegia la memoria comprensiva para enseñar y evaluar; la realidad es el lugar principal de aprendizaje; cultiva la inteligencia analítica, práctica y creativa; el proceso de enseñanza-aprendizaje se implementa en contextos reales o símiles a la realidad; el aprender a aprender en cualquier tema es el objetivo del aprendizaje; se induce la autonomía del alumno; se trata de reproducir la forma natural como aprende el cerebro; se induce el aprendizaje multisensorial; promueve el desarrollo intelectivo y afectivo; la enseñanza del nivel de pensamiento superior es prioritario; es indispensable la articulación del conocimiento previo con el nuevo (aprendizaje significativo); se aprende para resolver problemas; el aprendizaje es una tarea placentera, la motivación es objetivo prioritario. Como vemos, hay fundamentos sólidos para recusar los modelos clásicos de enseñanza.

Es decir, los nuevos modelos educativos del tercer milenio están directamente relacionados con la Neurociencia Cognitiva, encuadrada dentro del paradigma de la Ciencia Cognitiva, brindando nuevas teorías, mode-

los y estrategias operativas para la educación , tanto presencial como a distancia.

La Neurociencia Cognitiva tiene su potencial aplicación en diversas áreas en las que se necesite optimizar funciones, entre ellas el área educativa y su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados que se obtienen evidencian una optimización del procesamiento de la información, el desarrollo de las inteligencias múltiples en cada alumno, la generación de significados funcionales, el desarrollo de los diversos sistemas de memoria, y nos permite conocer y desarrollar los sistemas representacionales propios de cada alumno.

Por último, las diferencias entre el clásico y el nuevo modelo de enseñanza - aprendizaje son centrales para comprender como debemos desarrollar las nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Desde el rol del profesor, pasando por la motivación del alumno y el aprendizaje multisensorial hasta la resolución de problemas, son elementos fundamentales de los desafíos que nos presenta la educación del nuevo milenio.

José Gómez Cumpa
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Presentación

En este libro el propósito es de presentar los hallazgos más importantes sobre la Neurociencia, y sus implicaciones en el surgimiento e impacto en la Ciencia Cognitiva, en relación con los procesos de la inteligencia y de la educación.

En la primera parte, ***Neurociencia: procesos neusofisiológicos y pensamiento***, incluimos tres capítulos. El primero presenta los antecedentes sobre la relación cuerpo-mente, estableciendo las bases sobre las cuales a fines del siglo XX surgirá la Neurociencia y la Ciencia cognitiva. El segundo capítulo hace una presentación general y detallada, sobre el cerebro, enfatizando las funciones cognitivas y emocionales, a partir de los más recientes avances de la Neurociencia Cognitiva.

En la segunda parte del libro, ***La ciencia cognitiva: enfoques y aplicaciones***, incluimos tres capítulos: el tercero, sobre las etapas de la construcción de las ciencias cognitivas, destacando su naturaleza mul.tidisciplinaria, compleja e inacabada. En el cuarto capítulo nos plantea el enfoque de las ciencias cognitivas como contexto para interpretar las nuevas concepciones acerca del aprendizaje; y en el quinto se establecen las perspectivas y tendencias de la investigación en el área cognoscitiva, de un modo introductorio, ya que esta perspectiva será desarrollada más concretamente en la cuarta parte del libro.

La tercera parte del libro trata de la ***Neurociencia cognitiva y educación****, con tres capítulos*, en el sexto se plantea una sistematización de los enfoques más importantes sobre el cerebro y la inteligencia, remarcando algunas sugerencias aplicativas; el sétimo capítulo presenta uno de los modelos más importantes sobre la concepción y modificaicón de los estilos de aprendizaje; y el octavo analiza y hace propuestas sobre el proceso creador desde la perspectiva y los aportes de la Neurociencia.

En la cuarta parte, titulada ***Desarrollo del pensamiento***, con tres capítulos, se trata del análisis de las aplicaciones concretas de los descubrimientos en el desarrollo del pensamiento; así, el capítulo nueve trata de las teorías, programas y estrategias de desarrollo del pensamiento; el déecimo trata de la cognición y la metacognición y su aprovechamiento desde el punto de vista pedagógico, lo mismo que el onceavo capítulo

que trata específicamente del desarrollo de las habilidades cognitivas. El doceavo capítulo trata de sistematizar las estrategias cognoscitivas, desde el punto de vista de la teoría del procesamiento d ela información.

Esperamos que los materiales incluidos sean de utilidad para todos los maestros interesados en aportar a la mejora de la calidad educativa desde la Psicopedagogía.

Agradecemos la generosidad de los autores que nos han autorizado a incluir sus trabajos en este volumen. Especialmente a los miembros de nuestro comité científico asesor, María Teresa Esquivias Serrano (UNAM, México), y Mª Inmaculada Ramírez Salguero, Francisco Herrera Clavero y Mª Inmaculada Herrera Ramírez (U de Granada, España). Ellos han aportado valiosas sugerencias, desde la concepción misma de nuestra mención de Psicopedagogía Cognitiva.

Parte I

Neurociencia:
Procesos neusofisiológicos y pensamiento

CAPÍTULO 1

Distintos planteamientos sobre el problema cuerpo-mente

Miguel Angel de la Cruz Vives

I. PLANTEAMIENTO ANTIGUO: ALMA Y CUERPO

La noción de *alma* aparece ya en estadios muy antiguos del pensamiento humano y puede encontrarse de un modo u otro en todas las culturas. El enterramiento del cadáver acompañado de alguno de sus objetos y los ritos funerarios, que aparece ya en el Hombre de Neandertal muestran los primeros signos de algún tipo de creencias relacionadas con la muerte y algún tipo de inmortalidad1.

En términos muy generales el alma o espíritu es considerada como un *principio de vida interno que reside en todos los organismos vivos y que posibilita y regula tanto sus funciones fisiológicas como mentales.*

1. Pueblos primitivos

La concepción que tienen del alma los pueblos primitivos y que podemos encontrar todavía en algunas sociedades primitivas contemporáneas como los aborígenes de Australia, las tribus del Amazonas o los esquimales, forma parte de su noción precientífica del universo, según la cual todos los fenómenos naturales (el curso del día y de las estaciones, las tormentas, los terremotos, etc.) están producidos también por la acción de espíritus. Se conoce con el nombre de *animismo* a aquellas creencias religiosas que consideran a todos los fenómenos de la naturaleza como dotados de un alma y, por tanto, con un comportamiento semejante al humano, es decir, dotados de vida, sentimiento y voluntad propias.

Las almas actúan sobre los cuerpos y existen independientemente por lo que pueden separarse de ellos. Esta separación puede ser temporal, como ocurriría

1 Sobre las ideas religiosas de los Neandertales puede consultarse: Neandertales: una Ciberperspectiva, en http://platea.pntic.mec.es/~macruz/neander/ritual.html

en los sueños, la enfermedad o en estados de trance ritual y posesión, o ser definitiva, produciendo la muerte. El alma es concebida en la mayoría de los casos como el *soplo o aliento* que posibilita la respiración y también como una especie de *fuego o calor vital* que se extingue en el momento de la muerte. En otras culturas el alma es considerada como la *sombra o doble del cuerpo*.
Según las distintas culturas y religiones, el alma separada puede trasladarse a otro mundo, encarnarse en otro cuerpo, fundirse en el seno de un Alma cósmica superior e incluso extinguirse y desaparecer. También se suele considerar una pluralidad de almas con distintas funciones (conocimiento, emociones, etc.) coexistiendo en el mismo cuerpo.

2. Religiones orientales
La idea de alma ocupa un lugar central en las religiones orientales.
El *hinduismo* consideraba el alma individual (*atmán*) como el principio que controla todas las actividades y que forma parte de un alma universal (*Brahma*) a la que aspira volver a integrarse al cabo de un ciclo de reencarnaciones en distintos seres, tratando de alcanzar la purificación y el conocimiento necesarios para ello.

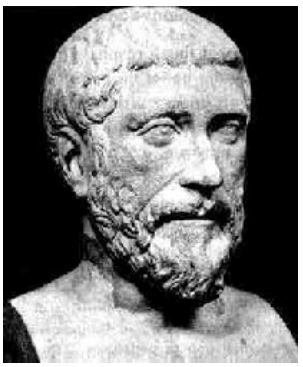
El *budismo*, en cambio, niega la existencia de un alma individual permanente o atmán. La persona no es sino la combinación temporal de cinco realidades distintas que están en cambio permanente: el cuerpo, los sentimientos, las percepciones, la predisposición ante las cosas y la conciencia. No puede hablarse de la persona como de una unidad permanente ya que sus elementos constitutivos están en continuo cambio; tampoco hay ningún alma personal que sobreviva a la muerte aunque el modo de vida y el conocimiento alcanzado durante una encarnación determina el carácter de la reencarnación siguiente en una nueva vida. El deseo de placer, poder y riquezas, de bienes individuales, en suma, genera una energía o *karma* que mantiene al individuo atado a la *Rueda de la Vida* (el ciclo de reencarnaciones), pues se ve contaminado por toda clase de impurezas (la codicia, el odio, la ignorancia) que son el origen de su infelicidad. El budista aspira alcanzar, mediante la supresión del deseo, un estado de conciencia o iluminación (*nirvana*), que le libere de todas las impurezas que conlleva la existencia, para poder salir de la Rueda de la Vida, *anonadándose en el Todo.*
De este modo, las dos filosofías orientales más importantes defienden concepciones contrapuestas acerca del alma. Mientras el hinduismo afirma la existen-

cia de un alma sustancial (*atmán*), para el budismo no hay ningún alma sustancial permanente sino un flujo continuo de estados de conciencia.

3. Pensamiento griego

Podemos encontrar en las obras de *Homero* y *Hesíodo* las más antiguas creencias de los griegos sobre el alma humana. El alma (*psique*) aparece como un aliento que mantiene la vida del cuerpo inanimado (*soma*) y que le abandona cuando el ser humano muere o está moribundo o desmayado. Pero aparte de esta función puramente vital no parece tener ninguna otra. También en los sueños se desprende temporalmente del cuerpo y realiza efectivamente las acciones que en él aparecen, puesto que para los griegos el contenido de los sueños se corresponde a algo real y no imaginario.

Cuando sucede la muerte del ser humano, el alma escapa por la boca o las heridas y va al Hades como una sombra o imagen reconocible, ya que mantiene las características físicas y morales que se construyen durante la vida. Sin embargo no alcanza propiamente una vida inmortal porque separada del cuerpo carece del vigor necesario y lleva una existencia lánguida y tenue. Por su falta de corporeidad tampoco puede actuar sobre el mundo físico. La verdadera vida solo es posible cuando alma y cuerpo están unidos y el alma en el Hades es algo así como el recuerdo inmaterial del individuo que existió.

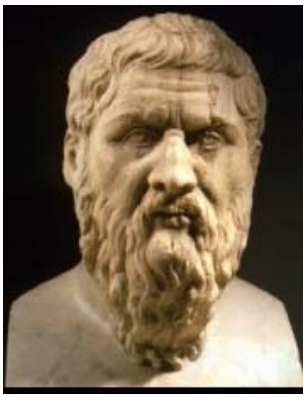


En el siglo VI a.C. aparecen los *primeros planteamientos filosóficos* sobre el alma, que son más bien una racionalización de las ideas religiosas y mitológicas que hemos descrito. Los primeros filósofos griegos concebían que todo aquello que está dotado de vida está regido por un alma en la que reside el principio que las lleva a nacer, desarrollarse y morir. Este alma es concebida como de naturaleza material, si bien de una materia distinta y más sutil que la que constituye los cuerpos. El planteamiento de estos primeros filósofos es *monista*: alma y cuerpo no son de naturaleza radicalmente diferente sino manifestaciones distintas de la sustancia única que constituye la totalidad de las cosas (*arqué*). El alma sigue siendo principio vital pero también la causa de todos los movimientos y cambios que se producen en el ser vivo (nacimiento, crecimiento, etc.).

Sin embargo, al mismo tiempo se introducen en Grecia las ideas religiosas del *orfismo*, que plantean una concepción *dualista* del ser humano: el alma que anima el cuerpo es de origen divino y eterna: preexiste al cuerpo, entra dentro de él y lo vivifica y sigue existiendo después de la muerte y la corrupción del cuerpo. El cuerpo es concebido, así, como una suerte de cárcel del alma, y es tarea del ser humano liberar su alma por medio de ritos de purificación. Mientras no alcanza esta purificación, el alma se ve obligada a transmigrar de unos cuerpos a otros.

Estas ideas fueron acogidas por los filósofos *pitagóricos*, quienes vieron en el alma la causa de la *armonía* de los constitutivos materiales de las cosas. Si el Cosmos está ordenado es en virtud de un Alma del Mundo que produce la estructura y la proporción entre sus partes. También en el ser humano el alma es lo que produce la armonía del cuerpo (salud, vigor, etc.). Consideraron que toda armonía es de naturaleza matemática ya que pueden expresarse por medio de relaciones numéricas cualquier tipo de realidad como el movimiento de los planetas, las figuras geométricas, las melodías musicales, etc.

Los pitagóricos, a su vez, ejercieron una importante influencia sobre la concepción filosófica del alma de *Platón*, para quien alma y cuerpo son de naturaleza totalmente distinta. De hecho, pertenecen a dos mundos distintos y separados: el cuerpo pertenece al *Mundo sensible* sujeto a cambio y corrupción, mientras el alma pertenece al *Mundo divino de las ideas* siempre idéntico a sí mismo. También Platón considera al alma como de naturaleza material, si bien de una materia distinta y más pura que la que constituye los cuerpos del mundo sensible: su materia es la misma que la de las ideas. Los griegos no podían considerar algo como realmente existente si no está compuesto de algún tipo de materia.

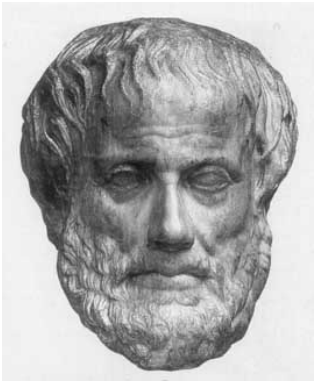


El alma es principio de vida y movimiento del cuerpo, pero totalmente independiente de él; aspira a liberarse del cuerpo para regresar a su origen divino, para lo cual debe purificarse de su contacto con el Mundo sensible. Esta liberación no se realiza mediante ritos de purificación como en el orfismo y el pitagorismo, sino alcanzando la sabiduría. Aparece así una nueva dimensión del alma como *principio de conocimiento*.

En el Mundo de las Ideas, de donde el alma proviene, se contienen los objetos propios del conocimiento racional (*ideas*) de los que las cosas del Mundo sensible no son sino sombras, reflejos o imágenes. A través del cuerpo el ser humano conoce la multiplicidad cambiante de las cosas particulares por lo que el conocimiento sensible es siempre un conocimiento de rango inferior (*opinión*). El verdadero conocimiento (*ciencia*) consiste en la contemplación de las ideas; esto es, los modelos a partir de los cuales han surgido todas las cosas del mundo sensible. Pero este conocimiento no se efectúa con los ojos del cuerpo sino con los ojos del alma. El alma conoció estos modelos ideales cuando estaba separada y contiene dentro de sí este conocimiento, pero al unirse al cuerpo se produce el *olvido* y es necesaria la aparición sensible de las cosas para que el alma recuerde las ideas.

Platón distingue tres partes del alma con funciones distintas: la parte *concupiscible* es la sede de los apetitos y deseos, la parte *irascible* es la sede de las pasiones nobles como el valor y la parte *inteligible* es la sede de la razón. Las dos prime-

ras partes están ligadas al cuerpo, rigen sus funciones y perecen con él, siendo la parte inteligible la única separable del cuerpo y la que debe guiar y dominar sobre las otras dos, evitando sus excesos, y la que conduce al hombre a alcanzar la sabiduría, en la que radica la verdadera felicidad.



Aristóteles, discípulo de Platón, enmarca el estudio del alma dentro del estudio general de los seres vivos. Por primera vez, la psicología aparece como parte de la fisiología. Todos los seres vivos tienen en sí un principio vital o alma que regula todas sus funciones vitales. Aristóteles elimina el dualismo entre Mundo sensible y Mundo inteligible de Platón, sustituyéndolo por un dualismo entre *materia* y *forma*.

La materia es pura indeterminación (*potencia*: puede ser esto o aquello) que necesita ser determinada por una forma (*acto*: determina a esto como esto). Todo lo que existe esta compuesto necesariamente de una materia que adopta una determinada forma. En los seres vivos, el cuerpo es materia y el alma es la forma del cuerpo. No pueden darse el uno sin la otra, pero es en el alma donde residen las funciones vitales y es la causa y el principio de las actividades del cuerpo. El alma no es eterna ya que, estando ligada necesariamente al cuerpo, perece con él.

Aristóteles considera que hay tres tipos distintos de alma, cada uno de los cuales corresponde a una clase de seres vivos: así, las plantas tienen un *alma vegetativa*, que rige la nutrición, la generación y el crecimiento; los animales tienen un *alma sensitiva*, que añade a las funciones del alma vegetativa la sensibilidad y el movimiento; por último, el ser humano dispone de *alma racional* que añade a las anteriores el pensamiento y el razonamiento. Como en Platón, el alma es principio de vida y movimiento y principio de conocimiento.

La noción griega del alma está relacionada con su *concepción teleológica del Cosmos*, según la cual la materia es eterna e indestructible y todos los cambios que se producen están regidos por una fuerza interior (*physis*) que hace surgir las cosas, crecer, desarrollarse y reproducirse hacia un fin determinado que es, a su vez, el origen de todas las cosas y de todo movimiento. En Platón este fin último es la *Idea de Bien*, de la cual han surgido el resto de las ideas, del que las cosas no son sino copias o imágenes y que es la fuente de la que procede la armonía del cosmos. En Aristóteles, el fin último es el *Primer Motor*, origen de todo movimiento, incluido el que produce la mezcla de los elementos (tierra, aire, agua y fuego) que forman todas las cosas; este Primer Motor es inmóvil y mueve todo lo demás hacia sí mismo a través del *deseo* sin ejercer ninguna acción, como el objeto de su amor mueve al enamorado.

Mientras en Platón es afirmada expresamente la inmortalidad del alma, en Aristóteles hay sólo una oscura mención a la posible eternidad de una Inteligencia Cósmica, que sería única para todos los seres humanos. Pero no encontramos ni siquiera en Platón la idea de inmortalidad personal. El alma se individualiza al encarnarse en un cuerpo pero no tiene carácter personal. Separadas de los cuerpos todas las almas son iguales (aunque más o menos puras). Al encarnarse en un nuevo cuerpo adquieren una nueva individualidad. Aunque el alma sea inmortal el individuo no lo es, porque el alma está en el individuo pero no le pertenece sino que es algo ajeno

4. Pensamiento medieval

Los planteamientos platónicos y aristotélicos llegaron hasta la filosofía medieval cuyos autores trataron de hacerlos compatibles con los dogmas de la religión cristiana y, fundamentalmente, con el *dogma de la creación*.

Frente a la idea griega de la eternidad del Cosmos, el cristianismo afirma la existencia de un Dios creador de todas las cosas. El alma humana ha sido creada de la nada por Dios y constituye un puente de unión entre lo material y lo divino. En algún momento entre la fecundación y el nacimiento crea Dios el alma individual de cada ser humano. La unión entre el alma y el cuerpo no es así accidental como en Platón sino que adquiere un carácter personal: cada ser humano posee su propia alma que es puramente espiritual, sin nada de materia, y constituye la intimidad misma de la persona.

La noción de *persona* distingue al individuo propiamente humano del resto de los seres individuales. Cada ser humano no es sólo un individuo sino también una persona porque está dotado de racionalidad y voluntad libre y autónoma por lo que pueden establecer entre sí una comunicación personal y ser responsables de sus actos.

Desde esta perspectiva, el alma humana sigue siendo vida, pero una vida superior a la meramente biológica. Es un conjunto de experiencias que engloba la subjetividad, la personalidad, la conciencia de sí y la trascendencia. Es la persona entera, el compuesto de alma y cuerpo, no sólo el alma, la que alcanza la inmortalidad, ya que mediante la contemplación de Dios, el cuerpo material puede transformarse en "cuerpo glorioso".

Los filósofos medievales distinguen tres funciones del alma: memoria, entendimiento y voluntad: cada persona tiene sus propias experiencias, sus propios pensamientos y razonamientos y toma libremente sus propias decisiones.

II. PLANTEAMIENTO MODERNO: MENTE Y CUERPO[2]

1. El dualismo sustancial de Descartes

A comienzos del siglo XVII, la obra de *Galileo* y *Descartes* ponen los cimientos de la ciencia y la filosofía modernas. Por un lado, la nueva ciencia de Galileo exigía la utilización de un método de investigación experimental para la explicación de los fenómenos físicos; por otro, la nueva filosofía de Descartes quiere sentar las bases de un pensamiento racional autónomo de las ideas religiosas, capaz por sí solo de descubrir certezas. Se produce a partir de entonces en todas las esferas del conocimiento un cambio radical de perspectiva respecto a las cuestiones que se habían planteado desde Platón y Aristóteles. En lo que respecta al problema que estamos examinando, la filosofía de Descartes supone la disolución del planteamiento antiguo del problema como problema de la relación entre el alma y el cuerpo en un Cosmos teleológico, y la emergencia de un nuevo planteamiento del problema como problema de la relación entre la mente y el cuerpo en un Cosmos mecanicista.

La *nueva ciencia* de Galileo tiene como consecuencia una nueva concepción de la Naturaleza que desplaza la antigua concepción teleológica del Cosmos, sustituyéndola por una concepción *mecanicista*, en la que la cuestión de los fines queda totalmente relegada. El Cosmos es concebido como un mecanismo de fuerzas en el que los cuerpos se influyen recíprocamente según leyes puramente mecánicas. Es posible conocer matemáticamente las leyes que producen los fenómenos naturales, sin necesidad de plantearse la cuestión de la finalidad última de tales fenómenos. La concepción teleológica exigía elaborar teorías generales que explicaran la totalidad del universo. La concepción mecanicista se limita a elaborar teorías particulares de un conjunto limitado de fenómenos.

En el marco de esta concepción mecanicista del Cosmos, Descartes elimina la noción clásica del alma como principio de vida y movimiento, estableciendo una distinción radical entre el alma y el cuerpo. El alma es puro pensamiento pero carece de extensión. Los cuerpos son extensos y se rigen por causas puramente mecánicas pero son incapaces por completo de pensar. Alma y cuerpo son dos sustancias de naturaleza totalmente distinta y se encuentran separados. No hay ya un alma vegetativa o sensitiva que posi-

[2] Para una ampliación de los contenidos de este capítulo puede consultarse: El problema mente-cuerpo: de Descartes aWilliam James, en:
http://platea.pntic.mec.es/~macruz/mente/descartes/indice.html

bilite y regule las funciones de los seres vivos y los dirija hacia un determinado fin, sino que son puros mecanismos cuyo funcionamiento es posible explicar mediante leyes mecánicas. El alma es algo totalmente diverso: una mente pensante que no se rige por leyes mecánicas sino por leyes lógicas que están impresas en la mente en el momento del nacimiento.

El *dualismo sustancial* de Descartes tiene importantes consecuencias:

1) Hace posible una explicación mecanicista del Cosmos, independiente por completo de la religión. La regularidad mecánica de los fenómenos naturales hace posible su conocimiento científico.

2) Afirma la total libertad del pensamiento humano, ya que al ser la mente una sustancia totalmente distinta del cuerpo, no está sometida a las leyes mecánicas.

3) Se hacía posible el estudio autónomo de la mente humana, ya que los fenómenos mentales no podían ser explicados como los fenómenos físicos y la *introspección* es el único acceso posible a los contenidos de la conciencia.

Pero la separación radical entre mente y cuerpo que hacía posible la nueva ciencia introducía un problema de difícil solución: *Si alma y cuerpo son dos sustancias enteramente distintas, ¿cómo las afecciones del cuerpo pueden producir las ideas de la mente y cómo las ideas de la mente pueden producir acciones del cuerpo?*

El problema de la relación entre la mente y el cuerpo sólo surge en los seres humanos, ya que, según Descartes, la única evidencia de que algo tiene mente es la posesión de lenguaje, por lo que ni los animales ni las máquinas tienen mente.

2. Intentos de solución al problema de la relación mente-cuerpo

El problema de las relación entre la mente y el cuerpo que surge del planteamiento cartesiano fue objeto de discusión durante los siglos siguientes y dista aún hoy de estar resuelto. Para resolver este problema, Descartes propuso la existencia de un punto en el cerebro humano (la *glándula pineal*, que Descartes consideraba erróneamente que sólo se encontraba en los seres humanos) donde se establecería esta comunicación. Pero esta solución era totalmente inaceptable ya que suponía la afirmación de una sustancia que sería pensante y extensa a la vez lo que era contradictorio con la propia definición cartesiana de la sustancia.

Los *filósofos racionalistas* trataron de resolver el problema que presentaba el dualismo mente-cuerpo, manteniendo la noción de sustancia de Descartes: los fenómenos físicos y los fenómenos mentales son totalmente diferentes, pero ni los procesos psíquicos causan los físicos ni viceversa, aun-

que hay una correspondencia estricta entre unos y otros. Los principales intentos de solución a este problema fueron los siguientes:

1) *El ocasionalismo de Malebranche:*

Cada vez que se produce un movimiento en el alma, Dios interviene para producir el correspondiente movimiento en el cuerpo, y viceversa.

2) *El monismo de Spinoza:*

Extensión y pensamiento no son propiamente sustancias sino dos de los atributos de una única sustancia infinita: Dios o Naturaleza. Las ideas y las cosas serían modos de esa sustancia y se corresponderían estrictamente como las dos caras de una misma realidad.

3) *La armonía preestablecida de Leibniz:*

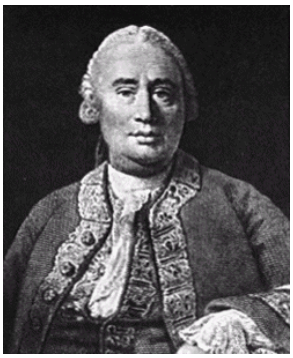
En el momento de la creación, Dios ha establecido una perfecta armonía entre las dos sustancias, como si se tratara de dos relojes perfectamente sincronizados que dan la misma hora.

3. La disolución del sujeto cartesiano

El dualismo sustancial de Descartes fue puesto en cuestión por una serie de desarrollos filosóficos y científicos posteriores:

-El empirismo y el positivismo eliminaron el problema de la relación entre la mente y el cuerpo del único modo que era posible: eliminando la noción cartesiana de sustancia. Abrieron con ello el camino al estudio de los fenómenos mentales utilizando la metodología aplicada a los fenómenos físicos.

-El evolucionismo de Darwin puso en cuestión la radical separación entre el hombre y el animal y abrió la posibilidad de que no solo los seres humanos sino también los animales tuvieran mente.



-El psicoanálisis de Freud puso en cuestión la identidad de la mente con la conciencia al afirmar la existencia de pensamientos y sentimientos inconscientes que actúan sobre la conducta.

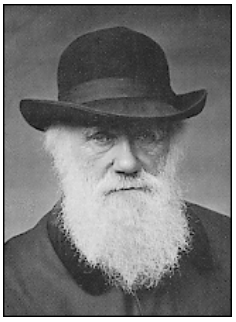
a) El empirismo y el positivismo: constitución de la Psicología como ciencia

Los *filósofos empiristas* ingleses de los siglos XVII y XVIII rechazaron la afirmación cartesiana de que las leyes lógicas del pensamiento están ya impresas en la mente en el momento del nacimiento, retomando la noción aristotélica de que la mente no tiene ningún contenido en el momento del nacimiento y que todas las ideas, incluso las leyes lógicas del pensar, se adquieren a través de la experiencia. Por consiguiente, todas las

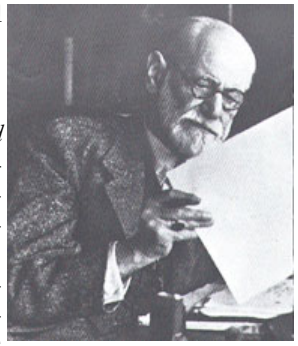
ideas de la mente tienen su origen en la experiencia sea esta experiencia del mundo exterior o experiencia de los propios estados internos. Pero no podemos tener experiencia de sustancia alguna:
1) Lo que nos ofrece la experiencia externa son las cualidades de las cosas (olores, colores, sabores, figuras, magnitudes, etc.) pero no de la pretendida sustancia a la que están adheridas tales cualidades.
2) Lo que nos ofrece la experiencia interna es tan solo un flujo permanente de estados mentales, pero no es posible percibir ningún yo sustancial.
Las *ideas simples* (un determinado matiz de un color, de un olor, etc.) son combinadas por la mente para formar *ideas complejas* (las ideas de las cosas) por medio de determinadas leyes de asociación (por *semejanza*, por *contigüidad en el espacio y el tiempo* y por *relación de causa-efecto*), que pueden descubrirse mediante la observación y la experimentación como las leyes físicas. De este modo, frente a la introspección, proponen el *asociacionismo*, como método psicológico y abren el camino a una investigación de los fenómenos mentales semejante al estudio científico de los fenómenos físicos.
El empirismo inglés constituyó uno de los pilares fundamentales de la *filosofía positivista* que llegó a dominar el pensamiento europeo durante el siglo XIX. Para el positivismo, el único conocimiento admisible es el que procede de los hechos y las relaciones entre los hechos, en el ámbito de la experiencia sensible. El movimiento positivista trata de extender el método de investigación de las ciencias naturales al estudio de la mente humana y la sociedad, partiendo de los hechos comprobables por la experiencia para formular las leyes que los rigen.
Por otro lado, durante el siglo XIX una serie de investigaciones y descubrimientos contribuyeron a allanar el camino para la aparición de una psicología científica:
a) La frenología: Franz Joseph Gall (1758-188) relacionó las facultades psíquicas con determinadas zonas del cerebro de modo que la forma y las dimensiones de las distintas zonas implicarían un mayor o menor desarrollo de las funciones psíquicas relacionadas con ellas. Se crearon diversas técnicas de medición y examen del cráneo y se creó una tipología según la cual la forma y estructura del cráneo determinaba el desarrollo de una personalidad normal o patológica, deficiente o genial, social o antisocial.
b) La psicofísica: También avanzó mucho el estudio de la fisiología del sistema nervioso y de la sensación. *Charles Bell* describió las funciones de los nervios motores y sensitivos y mostró la relación de los mismos con las diferentes partes del cerebro según sus funciones. *Pierre Flourens* investigó las funciones del cerebelo. *Ernst Heinrich Weber* estableció su ley de la sensación (o Ley de Weber) en la que formulaba la relación matemática que existía entre la intensidad de un estímulo y la sensación producida por éste. Estos y otros descubri-

mientos llevaron a la convicción de que era posible explicar mediante principios físico-químicos todos los actos humanos.
Es en este marco que, en el último tercio del siglo XIX, *Wilhem Wundt* (1832-1920) funda la Psicología como ciencia de la mente y sus contenidos, en base a métodos rigurosos de observación y experimentación.

b) La teoría de la evolución



En 1859, *Charles Darwin* (1809-1882) publicó su obra *"El origen de las especies por medio de la selección natural"* donde explicaba su teoría de que dentro de una misma especie surgen de forma natural variaciones que pueden ser para el individuo que las posee beneficiosas o perjudiciales para la adaptación a su ambiente específico. Cuando una variación da una ventaja adaptativa el individuo mejora sus posibilidades de supervivencia y reproducción, transmitiendo a sus descendientes sus rasgos, incluida la variación. A través de las sucesivas generaciones la variación original se irá haciendo cada vez más adaptativa al medio llegando de este modo a aparecer una especie nueva que se diferencia significativamente de la que le dio origen.
En 1871, Darwin publicó su obra *"El origen del hombre"* donde afirmaba la continuidad evolutiva entre algunas especies de primates y el hombre, continuidad presente también en el psiquismo. De este modo, el hombre y el animal tendrían básicamente las mismas capacidades psíquicas, si bien en grado muy diferente.
Posteriormente, *Herbert Spencer* (1820-1903) fundamentó la psicología en la biología evolucionista afirmando que lo psíquico surge en el curso de la evolución fisiológica del sistema nervioso y el cerebro.



c) El psicoanálisis freudiano

La teoría psicoanalítica fue creada por *Sigmund Freud* (1856-1939) para explicar y tratar el comportamiento mental patológico, pero explicaba también los mecanismos que determinan el comportamiento de los individuos considerados normales. Según Freud, en la mente humana existen procesos que inciden en la conducta sin estar controlados por la conciencia. Estos procesos psíquicos inconscientes, que están regulados por leyes propias distintas de las que gobiernan la conciencia, determinan buena parte de la vida psíquica. El *inconsciente* puede ser conocido a través de sus manifestaciones en los actos fallidos, sue-

ños y síntomas neuróticos, cuyo significado debe ser desentrañado por medio del análisis.

Para Freud, la conducta del hombre está regida por dos tipos de instintos: los *instintos de conservación del yo* (hambre, sed) y los *instintos sexuales*. Mientras la primera clase de instintos no pueden ser reprimidos sin poner en peligro la vida del individuo, los instintos sexuales pueden ser reprimidos. Más tarde, Freud añadiría el *instinto de muerte*, en el que se fundamentaría la conducta agresiva.

En el curso del desarrollo infantil, el niño pasa de ser una masa de instintos desorganizados, regidos por el *principio de placer*, que exige una satisfacción inmediata de las necesidades, a un individuo socializado en el seno de una determinada sociedad, ajustando la satisfacción de sus necesidades a las normas morales, costumbre y leyes de la sociedad. En el curso del proceso de socialización, el principio de placer es sustituido por el *principio de realidad* : el individuo pospone el placer inmediato por miedo a ser castigado si contraviene las normas sociales.

Los impulsos reprimidos por el individuo no desaparecen simplemente sino que siguen presentes en el seno del inconsciente y se manifiestan de forma simbólica en los actos fallidos, los sueños y los síntomas neuróticos. Los deseos y pensamientos moralmente inaceptables, (que constituyen el *contenido latente*), se transforman en una experiencia consciente, aunque no inmediatamente comprensible, a veces absurda, denominada *contenido manifiesto*.

La sexualidad adulta es el resultado de un complejo proceso de desarrollo que comienza en la infancia, pasa por una serie de etapas ligadas a diferentes funciones y áreas corporales (oral, anal y genital), y se corresponde con distintas fases en la relación del niño con los adultos, especialmente con sus padres. En este desarrollo es esencial el *periodo edípico*, que transcurre, aproximadamente, entre los 4 y 6 años de edad, momento en el que el niño por primera vez es capaz de establecer un vínculo afectivo con su progenitor del sexo opuesto, con lo que el progenitor del mismo sexo es considerado un rival. La inmadurez psíquica del niño condena al fracaso los deseos infantiles y malogra su primer paso hacia lo adulto. Además, la inmadurez intelectual del niño complica aún más la situación porque le hace temer sus propias fantasías. El grado en el que el niño supere este trauma y en el que estos vínculos, miedos y fantasías pervivan de modo inconsciente, será decisivo en su vida posterior, especialmente en sus relaciones afectivas.

Según el psicoanálisis, la vida psíquica del individuo está dominada por tres instancias distintas:

a) el Ello: masa de impulsos sexuales y agresivos, dominadas por el principio de placer (egoísta, acrítico e irracional), al margen de las normas sociales y totalmente inconsciente.

b) el Yo: Trata de satisfacer las necesidades instintivas pero adaptándose a las normas sociales, por lo que reprime los impulsos del Ello y los canaliza de modo socialmente aceptable. Sólo una pequeña parte del Yo es consciente, siendo en su mayor parte inconsciente.
c) el Super-Yo: Se forma en el proceso de socialización a través del cual el individuo interioriza una serie de prohibiciones para la satisfacción de las tendencias instintivas y una imagen ideal a la que debe ajustarse su comportamiento. Constituye, pues, la *conciencia moral*, que controla las actividades del yo y crea un *sentimiento de culpabilidad* cuando sus exigencias no son atendidas. Es parcialmente inconsciente.
El Yo se encuentra, pues como instancia mediadora entre el Ello, el Super-Yo y el mundo exterior tratando de conciliar las exigencias de todos ellos. De este modo, la noción de inconsciente del psicoanálisis niega la identidad entre la mente y la conciencia que constituía uno de los pilares fundamentales del sujeto pensante cartesiano.

III. PLANTEAMIENTO ACTUAL: MENTE Y CEREBRO

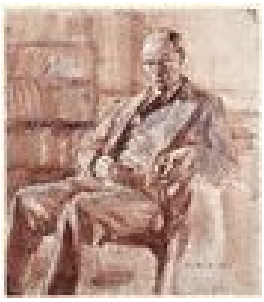
Los avances científicos que se han producido durante los últimos ciento cincuenta años sobre la estructura y el funcionamiento del sistema nervioso han puesto de manifiesto el papel rector que el cerebro ejerce respecto del resto del organismo. Todas las funciones orgánicas están reguladas por el cerebro y hay un permanente flujo de información entre los órganos y el cerebro.
En los últimos años se han desarrollado una serie de técnicas que han permitido un avance espectacular del estudio del cerebro:
1) Se han delimitado distintas áreas de la corteza cerebral especializadas en recibir y procesar las informaciones sensoriales y controlar las reacciones musculares: áreas auditivas, visuales, motoras, etc.
2) Sin embargo, estas áreas especializadas no representan apenas una cuarta parte de la corteza cerebral; el resto, las denominadas *áreas de asociación*, no cumplen ninguna función específica y parecen estar encargadas de interpretar, integrar y coordinar las informaciones procesadas por las *áreas sensoriales y motoras*. Las áreas de asociación serían responsables así de nuestras funciones mentales superiores: lenguaje, pensamiento, razonamiento, memoria, planificación de la acción, creatividad, etc.
3) Cada uno de los hemisferios controla y ejecuta funciones diferentes o aspectos diferentes de una misma función. En términos generales, parece que en la mayor parte de las personas el hemisferio izquierdo controla la habilidad lingüística, numérica y de pensamiento analítico, mientras que el hemisferio derecho controla las habilidades espaciales complejas, como la percepción de patrones y aspectos de ejecución artística y musical.
4) Sin embargo, las actividades complejas requieren de la interrelación de los dos hemisferios. Así, por ejemplo, cuando leemos un relato, el hemisferio

izquierdo entiende el significado de las palabras, pero es el hemisferio derecho el que capta el contenido emotivo y las imágenes utilizadas.
5) Por otra parte, hay muchas funciones, principalmente de las áreas primarias sensoriales y motoras que parecen idénticas en ambos hemisferios. En definitiva, hay una especialización funcional pero la actividad conjunta de ambos hemisferios es necesaria para el funcionamiento integral del cerebro. La participación de los dos hemisferios en las actividades psicoorgánicas es variable según los individuos: las reglas a que esto obedece y las razones que la determinan (genéticas, sociales) son todavía poco conocidas.

6) Por consiguiente, aunque ciertas funciones de la mente están localizadas en determinadas regiones cerebrales, el cerebro se comporta como un todo unificado.
Estos descubrimientos ponen de manifiesto ante todo lo mucho que queda por conocer en torno al cerebro humano, pero han sido suficientes para replantear el problema clásico de la relación entre el cuerpo y la mente o alma en términos de la relación entre el cerebro, en cuanto centro que recibe los estímulos del medio, los integra con la experiencia acumulada y diversas estructuras, produciendo las respuestas correspondientes, y la mente, como conjunto de los procesos de recepción y procesamiento de información y de la ejecución o inhibición de las respuestas.
La estructura del problema, sin embargo, sigue siendo básicamente la misma: *¿Son los procesos mentales distintos o idénticos a los procesos cerebrales? Si son idénticos, ¿cómo los procesos cerebrales producen los procesos mentales? Si mente y cerebro son realidades distintas, ¿cómo interactuan entre sí?*

1. El reduccionismo monista

Los partidarios de un planteamiento monista de la cuestión niegan la existencia de la mente como una realidad distinta del cerebro y adoptan alguna forma de reduccionismo, tratando de explicar los fenómenos mentales en términos físicos o biológicos. Las posturas reduccionistas consideran, en general, que la distinción entre la mente y el cerebro es debida a la insuficiencia actual de nuestros conocimientos acerca de los procesos cerebrales, pero que el desarrollo científico futuro permitirá reducir los fenómenos mentales a fenómenos puramente físicos o biológicos que tienen lugar en el cerebro.

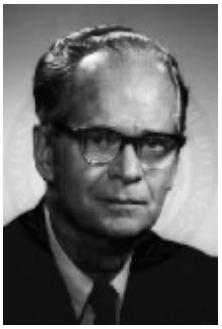


a) Conductismo: no existen los estados mentales

Desde sus inicios a fines del siglo XIX, con la obra de *Wilhem Wundt*, la psicología tenía como objeto la mente y sus contenidos (sensaciones, sentimientos e imágenes). Pero, a comienzos del siglo XX, *John B. Watson*

(1878-1958) fundó una nueva escuela que consideraba la conducta como el tema de estudio de la psicología. En los años 50, *Skinner* continuó y amplió el conductismo de Watson, radicalizando sus presupuestos. Difería de Watson en que los fenómenos internos, como las emociones o los sentimientos, debían ser totalmente excluidos. La psicología debía quedar restringida al estudio de la conducta observable, quedando excluida la mente, que en modo alguno se puede observar o medir.

Los conductistas entendían la conducta como el conjunto de respuestas dadas por un organismo frente a determinados estímulos del medio. La psicología debía ser una ciencia natural que tuviera por objeto describir, predecir y controlar la conducta, no teniendo en cuenta los estados mentales ni siquiera como causa de la conciencia.



El conductismo trata de reducir todos los fenómenos psicológicos en términos de estímulo-respuesta.. Cualquier forma de comportamiento es analizada como una cadena de respuestas fisiológicas simples que pueden ser observadas y medidas. Los procesos que ocurren en la "caja negra" de la mente entre el estímulo y la respuesta no tienen ningún interés para la investigación psicológica, ya que es posible explicar la totalidad de la conducta sin referirse para nada a supuestos estados mentales.

El conductismo de Watson y Skinner era un *conductismo metodológico* que trataba de trasladar a la psicología el método general de las ciencias naturales puramente empíricas. Pero ciertos filósofos de la mente, como *Gilbert Ryle* y *Carl G. Hempel*, lo convirtieron en un *conductismo ontológico* al negar positivamente la existencia de la mente.

Para el conductismo lógico la mente no existe propiamente y el cerebro es irrelevante para el estudio de los fenómenos psicológicos. Todo lo mental se reduce a la conducta y a disposiciones para la conducta. La mente es sólo la aptitud y disposición a hacer un determinado tipo de cosas. Propugnan, en consecuencia, abandonar el *lenguaje mentalista* (es decir, términos como deseo, creencia, sentimiento o propósito) de las explicaciones psicológicas, siendo sustituido por un *lenguaje descriptivo* de los estímulos y respuestas, así como de las leyes que gobiernan la conducta. Así, por ejemplo, mi creencia de que va a llover consiste en hechos tales como que lleve puesto un impermeable y coja un paraguas cuando salgo a la calle.

b) Teoría de la identidad mente-cerebro

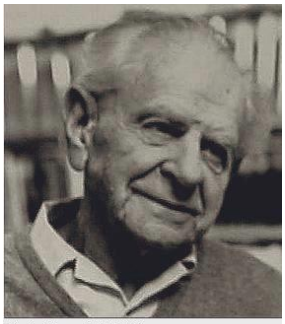
El conductismo llevaba a un callejón sin salida ya que era imposible no diferenciar los estados mentales de sus manifestaciones conductuales; por ejemplo, entre el estado subjetivo de dolor y la conducta asociada a ese dolor. Además, hay procesos mentales a los que no acompaña conducta alguna y estados mentales que parecen implicar otros estados mentales: si cojo el paraguas es no sólo por mi creencia en que va a llover sino también por mi deseo de no mojarme, lo cual supone a su vez la creencia de que el paraguas me mantendrá seco. Los estados mentales parecen resistirse a ser pura y simplemente eliminados.

Para resolver estas dificultades *J.J.C. Smart* y *David Armstrong* propusieron la teoría de que los procesos mentales son idénticos a los procesos cerebrales. Admiten la existencia de los procesos mentales como causa interna de la conducta. Ahora bien, la única explicación de la conducta humana y animal que es posible establecer en términos científicos es la que se realiza en términos del funcionamiento físico-químico del sistema nervioso central. Por consiguiente, los estados mentales son idénticos a los estados puramente físicos del sistema nervioso central y la psicología debe reducirse a la neurofisiología.

La teoría de la identidad mente-cerebro se enfrenta también a dificultades insuperables: por un lado, no todos los estados cerebrales producen estados mentales; por otro lado, cabe suponer la existencia de organismos en otros planetas que también tuvieran estados mentales a pesar de tener una química diferente a la nuestra. Por último, los computadores no tienen procesos neurológicos pero son capaces de ejecutar determinados procesos que en los seres humanos calificamos de mentales: cálculos aritméticos complicados, demostración de teoremas lógicos y matemáticos, jugar a las damas y al ajedrez, etc.

c) Materialismo eliminativo

Paul Churchland vuelve a eliminar los estados mentales. Considera que la creencia popular en la existencia de la mente es una teoría primitiva precientífica y que los estados mentales de los que hablamos en el lenguaje ordinario (creencias, deseos, sentimientos, intenciones) no existen realmente. Tal psicología del sentido común o "psicología popular" debe ser sustituida por una neurociencia estricta, que parta de la idea de que las actividades cognitivas son en última instancia actividades del sistema nervioso.



Sir Karl Popper (1902-1994)

Propone una inversión del procedimiento habitual de la investigación de los procesos cognitivos (*aproximación de arriba abajo*) que parte de las actividades cognitivas de los seres humanos (pensar, hablar, recordar, aprender, etc.) y luego indagan las operaciones cerebrales que pueden producirlas, por una aproximación de abajo arriba: empezar por comprender el comportamiento físico, químico, eléctrico y de desarrollo de las neuronas y sólo después tratar de comprender lo que sabemos intuitivamente sobre nuestras actividades cognitivas.

2. Dualismo neurofisiológico

Pese a que el monismo materialista es la corriente predominante entre los científicos que estudian el cerebro humano, hay también posturas dualistas como la que mantiene el neurólogo *John Eccles*.

Según Eccles, el cerebro no es una estructura lo suficientemente compleja para dar cuenta de los fenómenos relacionados con la conciencia, por lo que hay que admitir la existencia autónoma de una mente autoconsciente distinta del cerebro, como una realidad no material ni orgánica que ejerce una función superior de interpretación y control de los procesos neuronales.

Eccles encuentra el fundamento de su hipótesis dualista en la *teoría de los tres mundos* del filósofo *Karl Popper*, según la cual todo lo que existe y nuestra experiencia está contenida en uno de estos mundos:

Mundo 1	Realidad física	objetos naturales tanto inanimados como biológicos y objetos artificiales
Mundo 2	Fenómenos mentales	percepciones, sentimientos, intenciones, recuerdos, estados de conciencia, etc.
Mundo 3	Productos culturales	mitos, herramientas, teorías y problemas científicos, instituciones sociales, obras de arte, etc.

Según Eccles, mientras el cerebro está contenido en el Mundo 1, al Mundo 2 pertenecen todos los elementos de lo mental:

a) el *sentido externo*: percepciones producidas por los datos de los órganos sensoriales;

b) el *sentido interno*: pensamientos, recuerdos, intenciones, representaciones, emociones o sentimientos;

c) el *yo*: núcleo del Mundo 2, base de la identidad y continuidad personal que experimentamos.

Por consiguiente, mente y cerebro son dos entidades distintas (la una perteneciente al Mundo 2 y la otra al Mundo 1) pero entre ambas existen interacciones:

1) Las experiencias de la mente autoconsciente están en relación con los procesos neuronales que tienen lugar en las áreas asociativas del córtex cerebral pero no son idénticas a ellos como afirma la teoría de la identidad mente-cerebro.

2) Las informaciones procedentes de los órganos sensoriales son transmitidas al cerebro, pero sólo en la mente se transforman en las experiencias perceptivas, que son distintas a los procesos cerebrales.
3) La mente autoconsciente es capaz de actuar sobre los procesos cerebrales desencadenando procesos neuronales: recordar algo, hacer un cálculo mental, buscar la frase apropiada para expresar una idea, etc.
En definitiva, la mente autoconsciente selecciona las informaciones procedentes de multitud de centros cerebrales y los integra en un todo unitario, ejerciendo una función superior de interpretación y control de los procesos neuronales. La unidad de la experiencia consciente es producto de la mente y no de los procesos cerebrales.
El dualismo neurofisiológico de Eccles deriva finalmente a un planteamiento religioso puesto que identifica la mente con el alma, objeto de la creación divina.

3. Funcionalismo

Para tratar de superar las dificultades del monismo, *Hillary Putnam* y *Jerry Fodor* propusieron el funcionalismo según el cual los procesos mentales internos son estados funcionales del organismo cuyo órgano no es necesariamente el cerebro. Así, por ejemplo, el dolor no es un estado físico-químico del cerebro o del sistema nervioso, sino un estado funcional del organismo tomado en su totalidad. De este modo, los fenómenos mentales son estados funcionales del organismo y no es posible conocerlos estudiando procesos parciales en los que están implicados, como los procesos cerebrales.
El funcionalismo presupone que una misma función puede ser desempeñada por sistemas muy distintos, ya que la naturaleza de sus componentes no es esencial para el correcto desempeño de su función. Una cosa es un reloj o un termostato por la función que realiza (dar la hora, desconectar la corriente cuando se alcanza una determinada temperatura) y tanto da el material del que está hecho. Del mismo modo, las creencias y deseos son estados físicos de sistemas físicos que pueden estar hechos de diferentes tipos de materiales. Algo es una creencia o un deseo en virtud de lo que hace y no en virtud de los materiales de los que su sistema está compuesto. No es analizando el sistema sino su función como comprenderemos el proceso.
De este modo, podemos atribuir estados mentales a seres extraterrestres con una estructura fisicoquímica muy diferente a la nuestra y las funciones mentales podrían muy bien ser desempeñadas por un soporte no orgánico, como un ordenador digital. Cualquier sistema puede tener mente a condición de que sea capaz de realizar la función adecuada.
La objeción más importante a la que se enfrenta el funcionalismo es el denominado *problema de los qualia* (caracteres cualitativos de las sensaciones). Para la teoría funcionalista un estado psicológico es idéntico a un estado funcional; en consecuencia, el estado psicológico de experimentar una determinada cualidad

(un matiz de azul, por ejemplo) deberá ser idéntico a cierto estado funcional. Pero puede ocurrir que un mismo estado funcional pueda producir la experiencia de cualidades distintas (de azul, pero también de rojo o verde); en ese caso no habría una correspondencia estricta entre estados mentales y estados funcionales.

4. Emergentismo

Cómo solución a las dificultades tanto del monismo como del dualismo, algunos autores han propuesto algún tipo de teoría emergentista, según la cual los estados mentales no son idénticos a estados físicos del cerebro ni pueden reducirse a ellos, pero no son tampoco independientes de los mismos.

La más importante de estas teorías es el *naturalismo biológico* de *John Searle*. Los procesos mentales, ya sean conscientes o inconscientes, están causados por procesos cerebrales, pero no se reducen a estos sino que son fenómenos o propiedades autónomos que emergen de los sistemas neurofisiológicos en el curso del largo proceso evolutivo de la especie.

Los procesos mentales de percibir, sentir, recordar, imaginar, desear, pensar, etc. son propiedades emergentes de sistemas neurológicos pero no pueden explicarse simplemente analizando los componentes de estos sistemas porque son distintos a ellos, como la digestión es algo distinto al sistema digestivo o la liquidez es algo distinto de la estructura de las moléculas.

Hay, pues, dos niveles de descripción del cerebro que no deben ser confundidos:

a) las micropropiedades: estructura y funcionamiento de las neuronas;
b) las macropropiedades: estructura y funcionamiento de los procesos mentales.

Es posible, pues, distinguir entre procesos mentales, tal como los estudia la psicología, y procesos cerebrales, tal como los estudia la neurociencia, sin necesidad de reducir los primeros a los segundos.

CAPÍTULO 2

El cerebro: Introducción a la Neurociencia Cognitiva

Mª Inmaculada Herrera Ramírez

1. Introducción

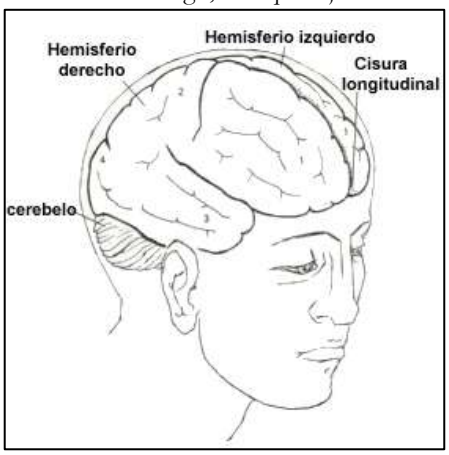
El cerebro forma parte del sistema nervioso central de los vertebrados encontrándose ubicado en el interior del cráneo. Es una masa de tejido gris-rosáceo que, en la especie humana, pesa un promedio de 1,3 kg y está compuesto por, aproximadamente, unos 100.000 millones (en un cerebro adulto) de células nerviosas –neuronas– interconectadas, que son las responsables del control de, prácticamente, todas las funciones vitales de supervivencia (movimiento, sueño, hambre, sed, etc.) y, en especial, de la mente (pensamiento-lenguaje, inteligencia, memoria, etc.) y de las emociones y sentimientos (amor, odio, miedo, ira, alegría, tristeza, etc.), a través de la recepción e interpretación de innumerables señales –sensaciones percibidas por los sentidos, al aplicar atención sobre estímulos– del propio organismo y también del exterior.

La gran superficie que posee el cerebro y su complejo desarrollo justifican el nivel superior de inteligencia del hombre, si se compara con el de otros animales. La corteza cerebral está dividida por una fisura longitudinal en dos partes: derecha e izquierda, denominadas hemisferios cerebrales, que son simétricos, como una imagen vista en un espejo. Ambos hemisferios, se encuentran interconectados a través del "cuerpo calloso", que es un conglomerado de fibras nerviosas blancas por la que transfieren información de uno a otro. El hemisferio izquierdo tiene un comportamiento racional, automático, lógico, analítico, de rápida capacidad de respuesta y repetitivo; por el contrario, el hemisferio derecho es imaginativo, alógico, intuitivo, innovador y creativo. El hombre, desde su nacimiento, tiene casi totalmente desarrollado el hemisferio derecho y, el izquierdo, lo va desarrollando paulatinamente con la acumulación de información que va registrando en su memoria.

Cada hemisferio cerebral se divide en cinco lóbulos: frontal, parietal, temporal, occipital y la ínsula de Reil. En general, los cuatro primeros lóbulos se sitúan debajo de los huesos que llevan el mismo nombre. Así, el lóbulo frontal descansa en las profundidades del hueso frontal, el lóbulo parietal bajo el hueso parietal, el lóbulo temporal bajo el hueso temporal y el lóbulo occipital debajo de la región correspondiente a la protuberancia del occipital. La ínsula de Reil

no puede verse en la superficie del encéfalo, ya que se sitúa en el fondo de otra cisura llamada *cisura de Silvio*.
El cerebro es el órgano del cuerpo que más trabaja, ya que todo lo que hacemos, sentimos o pensamos se debe a él y si se le compara con un ordenador, su diferencia es patente, ya que éste hace sus operaciones por medio de procesos secuenciales y lógicos, mientras que el cerebro es multidireccional y sus funciones son mucho más complejas, ya que procesa la información analizándola, sintetizándola e integrándola a través de procesos paralelos simultáneos. Toda la información que recibe el cerebro la obtiene captando estímulos mediante los sentidos externos e internos, recibiendo y enviando constantemente "mensajes" que nos informan de todo lo que sucede a nuestro alrededor; no obstante, a pesar de toda esa información, los especialistas afirman que el ser humano utiliza solamente un diez por ciento de su capacidad aproximadamente.

De igual forma, se ha podido determinar, en líneas generales, que cada hemisferio está interrelacionado íntimamente con su homólogo, aunque ejercen funciones diferentes y cada uno es responsable de un lado del cuerpo en forma especular; es decir, que las funciones realizadas por el lado izquierdo del cuerpo son dirigidas y controladas por el hemisferio derecho, sucediendo de forma semejante con el hemisferio izquierdo, permitiendo de esta manera complementar cada uno de los mensajes recibidos y ejecutar totalmente las funciones corporales competentes a este órgano.



El funcionamiento del cerebro se basa en el concepto de que la *neurona* es una unidad anatómica y funcional independiente, integrada por un cuerpo celular del que salen numerosas ramificaciones llamadas *dendritas*, capaces de recibir información procedente de otras células nerviosas, y de una prolongación principal, el *axón*, que conduce la información hacia las otras neuronas en forma de corriente eléctrica. Pero las neuronas no se conectan entre sí por una red continua formada por sus prolongaciones, sino que lo hacen por contactos separados por unos estrechos espacios denominados *sinapsis*. La transmisión de las señales a través de las sinapsis se realiza mediante unas sustancias químicas conocidas como *neurotransmisores*, de los cuales hoy se conocen más de veinte clases diferentes.

El cerebro tiene a su cargo las funciones motoras, sensitivas y de integración. El hemisferio cerebral izquierdo está especializado en producir y comprender los sonidos del lenguaje, el control de los movimientos hábiles y los gestos con la mano derecha. El hemisferio derecho está especializado en la percepción de los sonidos no relacionados con el lenguaje (música, llanto, etc.), en la percepción táctil y en la localización espacial de los objetos.

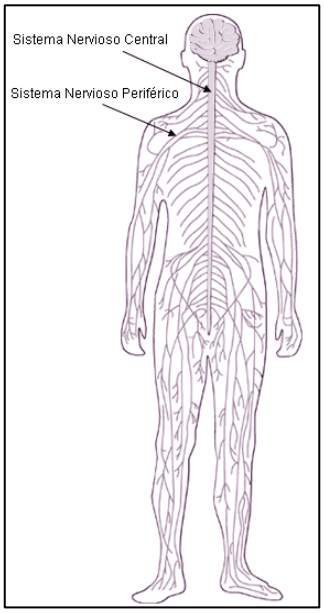
Hoy en día se sabe que en el lóbulo occipital se reciben y analizan las informaciones visuales. En los lóbulos temporales se gobiernan ciertas sensaciones visuales y auditivas. Los movimientos voluntarios de los músculos están regidos por las neuronas localizadas en la parte más posterior de los lóbulos frontales, en la llamada corteza motora. Los lóbulos frontales están relacionados también con el lenguaje, la inteligencia y la personalidad, si bien, se desconocen funciones específicas en esta área. Los lóbulos parietales se asocian con los sentidos del tacto y el equilibrio. En la base del encéfalo se sitúa el tronco cerebral, que gobierna la respiración, la tos y el latido cardíaco. Detrás del tronco se localiza el cerebelo, que coordina el movimiento corporal manteniendo la postura y el equilibrio. Las áreas cerebrales que gobiernan las funciones como la memoria, el pensamiento, las emociones, la conciencia y la personalidad, resultan bastante más difíciles de localizar.

La memoria está vinculada al *sistema límbico*, situado en el centro del encéfalo. Por lo que respecta a las emociones, se sabe que el *hipocampo* controla la sed, el hambre, la agresión y las emociones en general. Se postula que los impulsos procedentes de los lóbulos frontales se integran en el sistema límbico, llegando al *hipotálamo*, estructura que, a su vez, regula el funcionamiento de la glándula hipofisaria, productora de varias hormonas.

Es en el córtex donde se integran las capacidades cognitivas, donde se encuentra nuestra capacidad de ser conscientes, de establecer relaciones y de hacer razonamientos complejos. Lo que llamamos sustancia gris es una pequeña capa que recubre el resto del cerebro. Pero el córtex cerebral humano tiene una característica que la distingue de todas las demás, tiene numerosos pliegues. Esto aumenta notablemente su superficie. Si la extendiéramos, ocuparía el área equivalente a cuatro folios. En comparación, la de un chimpancé sólo sería de un folio, la de la mona ocuparía como una tarjeta postal y la de la rata la de un sello de correos.

El procesamiento de la información sensorial recogida del mundo que nos rodea y de nuestro propio cuerpo, las respuestas motrices y emocionales, el aprendizaje, la conciencia, la imaginación y la memoria son funciones que se realizan por circuitos formados por neuronas interrelacionadas a través de los contactos sinápticos. Es por este motivo que el funcionamiento cerebral se asemeja, en parte, a una computadora, pero el cerebro es muchísimo más complejo que un ordenador, ya que está dotado de propiedades que solo proporciona su naturaleza biológica.

Paul MacLean (1997), Director del Laboratorio de Evolución Cerebral y Conducta del Instituto Nacional de Salud Pública de California, desarrolló un modelo sobre la estructura cerebral del ser humano conocido como "cerebro triuno", "tríada cerebral" o "tres en uno". Para poder comprender la estructura de este órgano planteó que el cerebro humano está formado por tres sistemas neurales interconectados, teniendo cada uno su específica y particular inteligencia, así como sus funciones propias y definidas, que están relacionadas en función del proceso de evolución y, por consiguiente, del desarrollo de cada uno de los sistemas neurales: a) Sistema-R, sistema reptílico o cerebro reptil; b) Sistema-L o sistema-cerebro límbico; y c) Neocorteza.



a) Sistema-R o Reptílico:

Este sistema cerebral, según MacLean, es el más antiguo; es decir, corresponde al cerebro de nuestros ancestros y sigue realizando sus antiguas funciones, es el cerebro primitivo. Está ubicado en la parte superior de la médula espinal, en la base del cuello, y se dedica a recoger información en forma de energía a través de la columna vertebral hasta los poros de la piel. Su denominación proviene de que el referido científico encontró gran afinidad con los cerebros de los reptiles, siendo el cerebro que nos hace hacer las cosas instintivamente (seguridad, territorialidad, rutinas, hábitos, patrones, valores, condicionamiento, etc.).

b) Sistema-cerebro límbico:

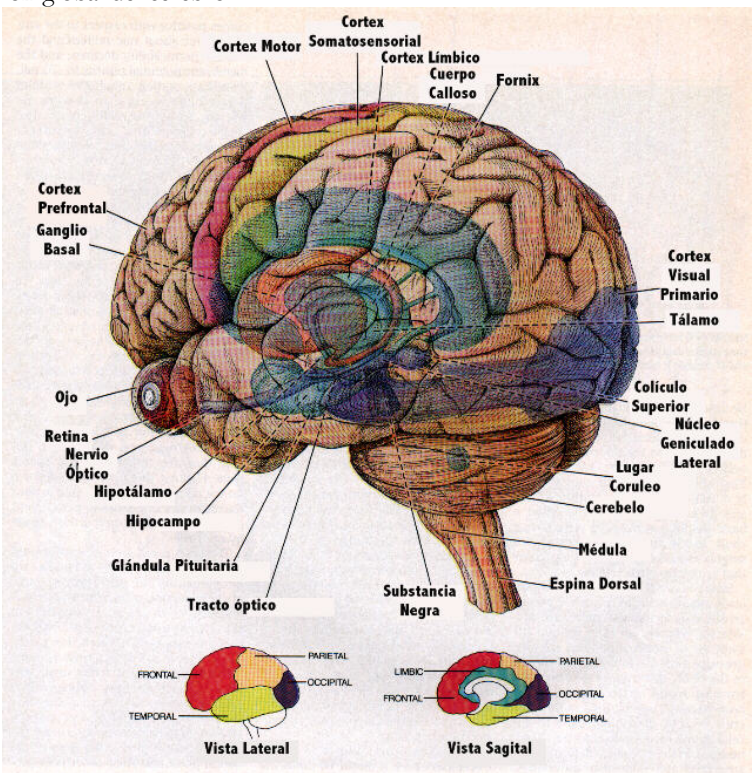
Es el sistema cerebral que sigue en antigüedad, también denominado Paleomamífero o cerebro mamífero, localizado detrás de la cara, envolviendo al cerebro Reptil y está conectado a la Neocorteza, dedicado a las experiencias y expresiones emocionales (amor, alegría, miedo, depresión, sentirse o no afectado, etc.) y que, a su vez, controla el sistema autónomo del organismo. En suma, es la conexión entre el cerebro reptil y la neocorteza.

c) Neocorteza:

Es el último sistema cerebral, su nombre indica corteza nueva, siendo el más joven y de mayor evolución, y que permitió el desarrollo del *Homo Sapiens*. Está dividido en dos hemisferios (izquierdo y derecho) y es el encargado de las funciones superiores (pensar, hablar, percibir, imaginar, analizar..., y comportarnos como seres civilizados). Se encuentra ubicado sobre el sistema límbico y, según MacLean, en él se desarrollan una serie de células nerviosas dedicadas

a la producción del lenguaje simbólico, a la función asociada a la lectura, escritura y aritmética, etc. De igual manera, proporciona la procreación y preservación de las ideas que allí surgen, recibiendo las señales de los sentidos que provienen del sistema límbico.

Visión global del cerebro



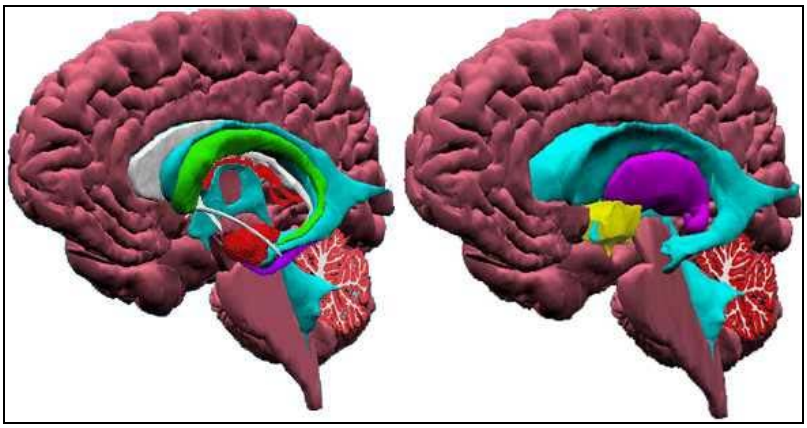
Para estudiar el cerebro es imprescindible hacerlo teniendo en cuenta donde se inserta: sistema nervioso. Éste está constituido por el tejido nervioso del organismo y los elementos de soporte asociados. Desde un punto de vista estructural o anatómico, el sistema nervioso se divide en dos; el *Sistema Nervioso Central* (SNC) y el *Sistema Nervioso Periférico* (SNP). El SNC está formado por el cerebro y la médula espinal, y el SNP comprende los nervios, ganglios y receptores especializados.

Por otro lado, desde el punto de vista funcional el sistema nervioso se divide, en *Sistema Nervioso Somático* y *Sistema Nervioso Autónomo*. El sistema somático es la parte del sistema nervioso que responde o relaciona el organismo con el medio ambiente externo, en cambio el sistema autónomo está en relación con el medio interno orgánico, realizando funciones propias de regulación y adaptación internas. Ambos sistemas no actúan independientemente, sino que se hallan interrelacionados y cooperan entre sí.

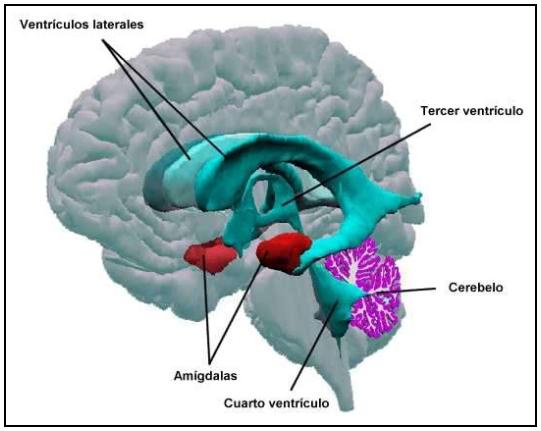
La función del sistema nervioso consiste en recibir los estímulos que le llegan tanto del medio externo como interno del organismo, organizar esta información y hacer que se produzca la respuesta adecuada.
Los estímulos procedentes del medio externo son recibidos por los receptores situados en la piel, destinados a captar sensaciones generales como el dolor, tacto, presión y temperatura, y por los receptores que captan sensaciones especiales como el gusto, la vista, el olfato, el oído, la posición y el movimiento.
Las señales (o impulsos) que llegan al sistema nervioso periférico, se transmiten a partir de estos receptores al sistema nervioso central, donde la información es registrada y procesada convenientemente. Una vez registradas y procesadas, las señales son enviadas desde el sistema nervioso central a los distintos órganos a fin de proporcionar las respuestas adecuadas.

2. Anatomía del cerebro

Para su mejor estudio, a continuación se van a analizar sus principales componentes. Tales son los siguientes: amígdalas, cerebelo, corteza cerebral, diencéfalo, hipocampo, hipófisis, médula, núcleo estriado, sistema límbico, tronco encefálico, ventrículos, corteza somatosensorial, cortes transversales y cortes frontales.



Amígdalas



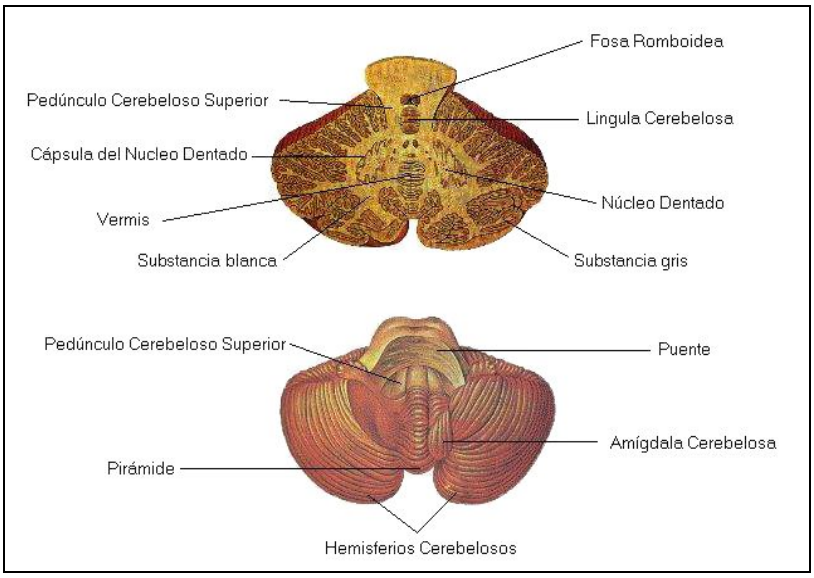
Las *amígdalas* forman parte del *sistema endocrino*, el cual está formado por un conjunto de glándulas (tiroides, paratiroides, amígdalas, hipófisis, epífisis y glándula suprarenal) que sintetizan hormonas y las liberan al torrente sanguíneo. Hoy en día se sabe que el *hipotálamo* es el responsable del control de la secreción hormonal, y a su vez las hormonas afectan el funcionamiento del sistema nervioso, por este motivo al conjunto de los dos sistemas se les denomina *sistema neuroendocrino.*

Las glándulas endocrinas controlan una gran cantidad de funciones fisiológicas del organismo como el metabolismo, la homeostasis, el crecimiento, la reproducción, el dolor, etc., pero también están involucradas en la conducta huma-

na, concretamente en las emociones, la memoria, el aprendizaje o incluso en las patologías como la depresión, la ansiedad o la anorexia nerviosa.

Cerebelo

El *cerebelo* es, después del cerebro, la porción más grande del encéfalo. Ocupa la fosa craneal posterior y se localiza debajo de los lóbulos occipitales del cerebro, del que está separado por una estructura denominada tienda del cerebelo. Consta de dos hemisferios cerebelosos y una parte intermedia denominada vermis. Se une al tallo cerebral mediante tres pares de pedúnculos cerebelosos; estos pedúnculos son haces de fibras que entran y salen del cerebelo, en cuya superficie aparecen numerosos surcos superficiales próximos unos a otros.

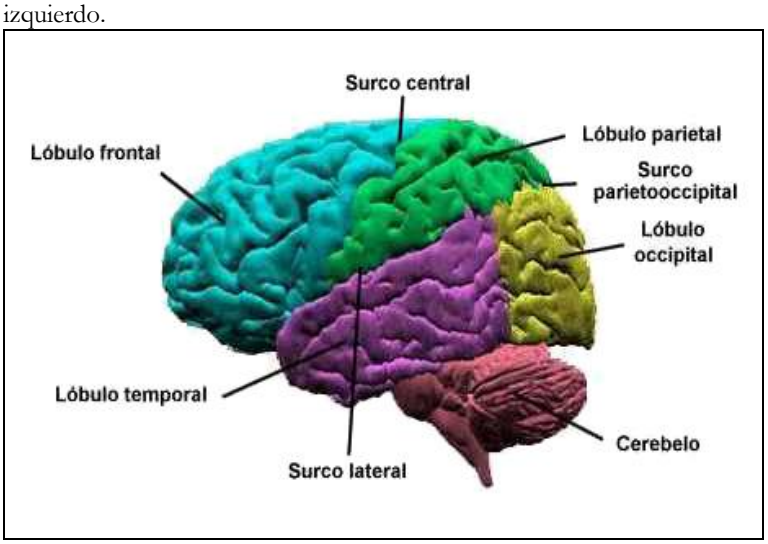


Un corte sagital del cerebelo muestra que en el exterior del cerebelo (en la corteza cerebelosa) se encuentra la sustancia gris, y en el interior la sustancia blanca. En la parte más profunda del cerebelo se encuentran los núcleos dentados. El cuarto ventrículo ocupa una localización inmediatamente anterior al cerebelo.

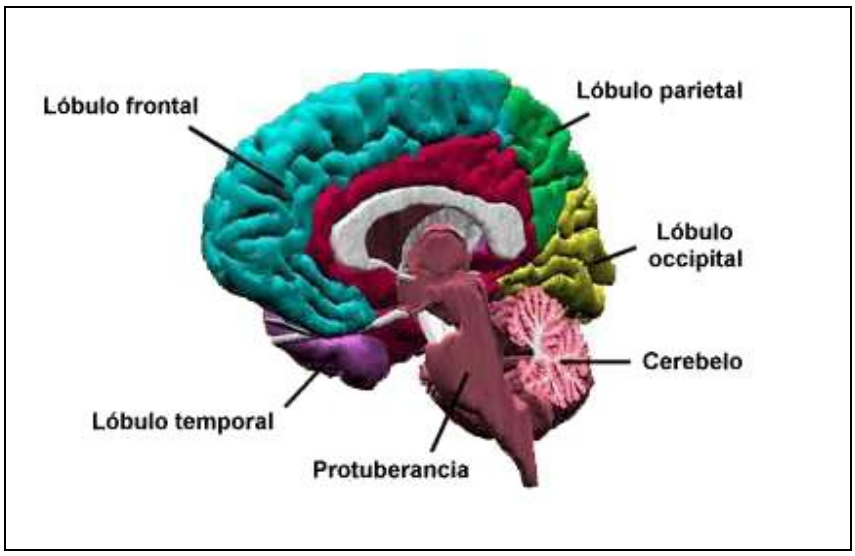
La corteza cerebelosa se divide en una capa externa, o molecular, y una capa interna, o granulosa. Entre ambas capas aparecen unas células denominadas células de Purkinje. Aunque las células de las dos capas cerebelosas corticales son de pequeño tamaño, no por ello dejan de ser neuronas. También se halla presente la neuroglia.

El cerebelo desempeña un papel regulador en la coordinación de la actividad muscular, el mantenimiento del tono muscular y la conservación del equilibrio. El cerebelo precisa estar informado constantemente de lo que se debe hacer para coordinar la actividad muscular de manera satisfactoria. A tal fin recibe información procedente de las diferentes partes del organismo. Por un lado, la corteza cerebral le envía una serie de fibras que posibilitan la cooperación entre ambas estructuras. Por otro lado, recibe información procedente de los músculos y articulaciones, que le señalan de modo continuo su posición. Finalmente, recibe impulsos procedentes del oído interno que le mantienen informado acerca de la posición y movimientos de la cabeza.
El cerebelo precisa, pues, toda esta información para poder llevar a cabo las funciones que le son propias.

Corteza cerebral
La *corteza cerebral* es la parte más voluminosa del encéfalo. Una hendidura profunda, denominada *cisura longitudinal*, lo divide en dos hemisferios, derecho e izquierdo.



La corteza es una fina lámina de neuronas interconectadas que forman una capa de unos milímetros de grosor y que recubre la superficie irregular de los hemisferios cerebrales. La superficie de cada hemisferio presenta un conjunto de prominencias y surcos (o cisuras) que proporcionan a la corteza una apariencia plegada, de tal forma que sólo un tercio de esta queda expuesta a la superficie.

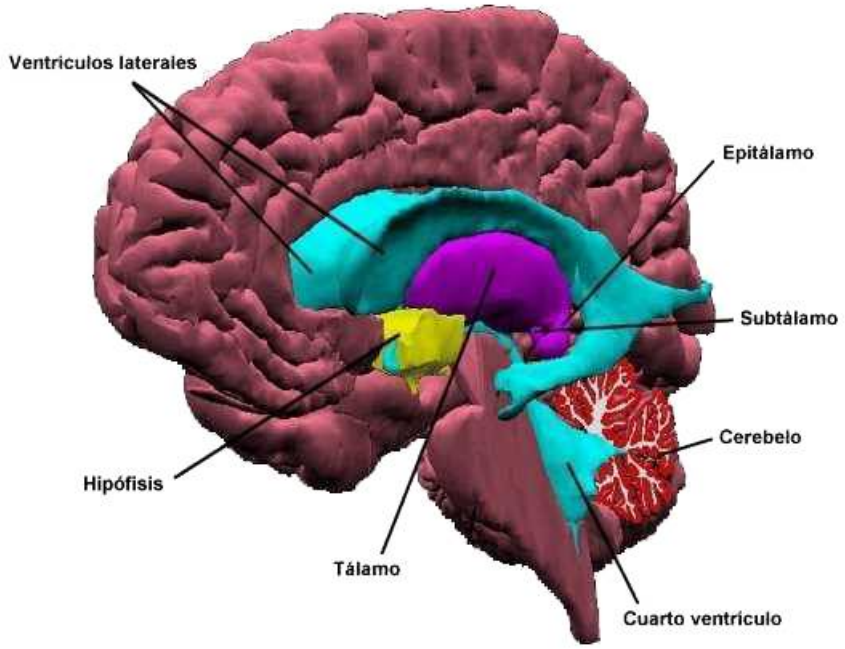


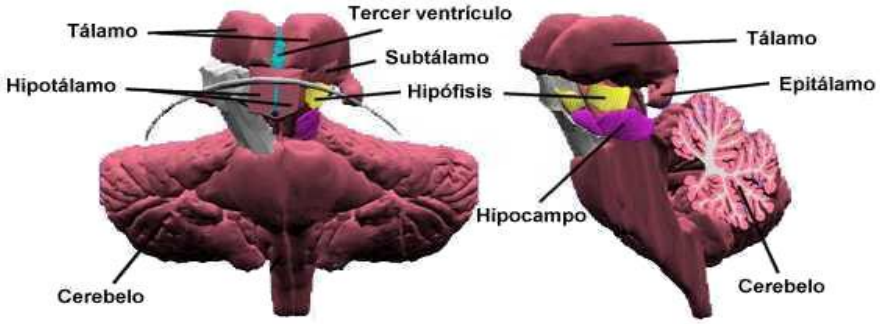
Tres de estas cisuras sirven para delimitar ciertas áreas del cerebro. Son: 1) s*urco central o cisura de Rolando*, 2) *surco lateral o cisura de Silvio*, y 3) *surco parietooccipital.* Las eminencias situadas entre los surcos reciben el nombre de circunvoluciones o pliegues. La circunvolución central anterior se sitúa por delante del surco central, y la circunvolución central posterior se coloca inmediatamente detrás del surco central.

Cada hemisferio se divide en cuatro grandes lóbulos: *frontal, parietal, temporal y occipital.* En general, los lóbulos se sitúan debajo de los huesos que llevan el mismo nombre. Así, el lóbulo frontal descansa en las profundidades del hueso frontal, el lóbulo parietal debajo del hueso parietal, el lóbulo temporal debajo del hueso temporal y el lóbulo occipital debajo de la región correspondiente a la protuberancia del occipital.

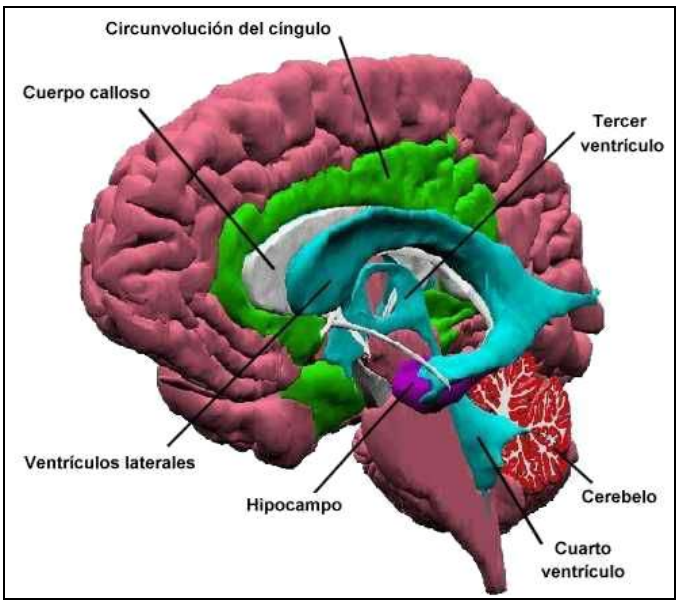
Los surcos o cisuras mencionadas anteriormente actúan como estructuras limítrofes entre algunos de los lóbulos cerebrales. El surco central se localiza entre los lóbulos frontal y parietal. El surco lateral separa el lóbulo temporal situado debajo de los lóbulos frontal y parietal situados encima. El surco parietooccipital puede visualizarse en la superficie central del cerebro.

Diencéfalo


Ventrículos laterales
Epitálamo
Subtálamo
Cerebelo
Hipófisis
Tálamo
Cuarto ventrículo

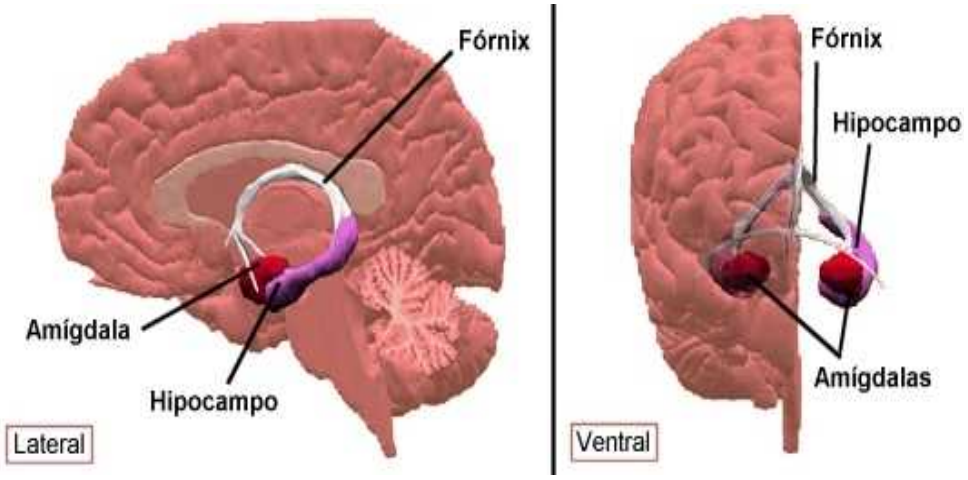

Tercer ventrículo
Tálamo
Subtálamo
Hipotálamo
Hipófisis
Cerebelo
Tálamo
Epitálamo
Hipocampo
Cerebelo

El *diencéfalo* es una estructura situada en la parte interna central de los hemisferios cerebrales. Se encuentra entre los hemisferios y el tronco del encéfalo, y a través de él pasan la mayoría de fibras que se dirigen hacia la corteza cerebral.
El diencéfalo se compone de varias partes: *tálamo, hipotálamo, subtálamo* y *epitálamo.*
El *tálamo* está formado por dos cuerpos ovoides de 3 cm de largo y aproximadamente 1,5 cm de espesor, que se asienta en la profundidad de cada hemisferio cerebral. El tercer ventrículo separa entre sí ambos tálamos, aunque éstos permanecen unidos gracias a un puente de tejido talámico denominado masa intermedia, que se extiende entre ambos. Los tálamos son masas de sustancia gris, por lo que contienen cuerpos neuronales y numerosas conexiones sinápticas. Desde un punto de vista funcional, el tálamo es una estación de relevo sensitivo. Los impulsos nerviosos hacen una escala a nivel talámico, estableciendo sinapsis antes de proseguir su recorrido hacia el córtex cerebral. El tálamo constituye también un centro sensitivo primitivo que sirve para registrar un tipo de sensación generalizada e imprecisa.
El *hipotálamo* se localiza, como su nombre indica, debajo del tálamo. Presenta una gran variedad de funciones, algunas de ellas bastante insólitas. Por ejemplo, produce dos hormonas (oxitocina y vasopresina) y contiene centros que regulan la actividad de la hipófisis anterior, el sistema nervioso autónomo, la temperatura corporal y la ingesta de agua y alimentos. Además, el hipotálamo se relaciona con el estado de vigilia y la sensibilidad emocional. En animales de laboratorio, como el gato, la liberación de la influencia inhibidora que ejerce sobre el hipotálamo la corteza cerebral origina la aparición de estallidos de violencia ante la más pequeña provocación.
El *subtálamo* está delante del tálamo y al lado del hipotálamo, su función principal se relaciona con el movimiento corporal. Las vías neuronales que lo atraviesan van hacia el tálamo, el cerebelo y los ganglios basales.
El *epitálamo* se sitúa en la parte posterior del diencéfalo, al lado del mesencéfalo. Está formado por la glándula pineal o epífisi y los núcleos de la habénula. La epífisi es una glándula endocrina que segrega la hormona de la melatonina, esta secreción está relacionada con la cantidad de luz solar existente, a más luz más se segregará. la habénula tiene la función de favorecer la comunicación entre el sistema límbico y la formación reticular.
Hipocampo

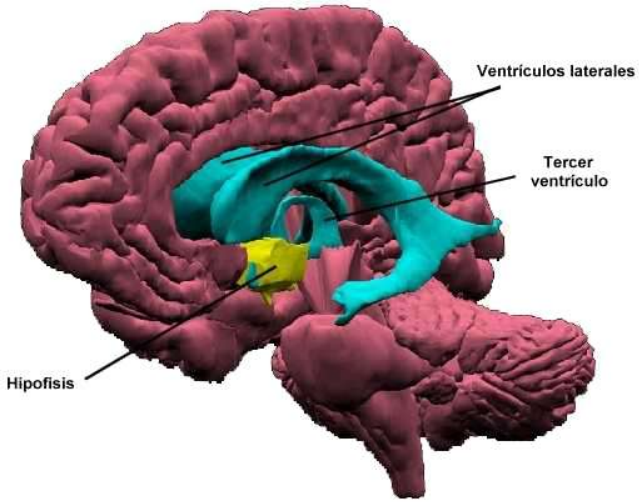


La *formación hipocampal* está situada en la superficie media de del lóbulo temporal. Le llega información del córtex y, a su vez, envía señales neuronales al hipotálamo y el área septal a través del *fórnix*. La principal función del hipocampo es la de la consolidación de la memoria y el aprendizaje.

Una lesión en esta zona produce amnesia *anterógrada*; es decir, de los acontecimientos ocurridos después de la lesión, afectando así a los recuerdos de hechos específicos, pero curiosamente no afecta al aprendizaje de nuevas capacidades o habilidades



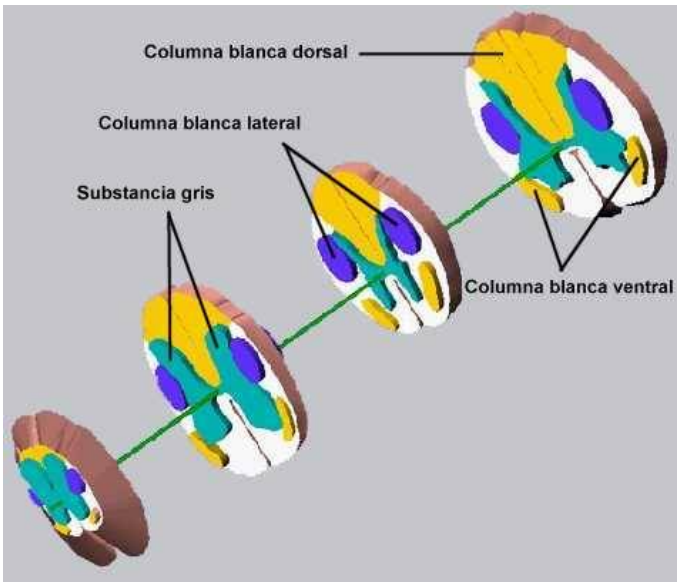
Por ejemplo, una persona podría aprender a montar en bicicleta después de la lesión, pero no recordaría haber visto nunca una bicicleta.



La *hipófisis* está situada en la base del encéfalo, unida al hipotálamo y forma parte del *sistema neuroendocrino* el cual está formado por un conjunto de glándulas (tiroides, paratiroides, amígdalas, hipófisis, epífisis y glándula suprarenal) que sintetizan hormonas y las liberan al torrente sanguíneo.
La hipófisis consta de dos partes que funcionan de manera distinta: la *hipófisis posterior* o *neurohipófisis*, que se encarga de almacenar y liberar las hormonas sintetizadas por el hipotálamo (oxitocina y vasopresina). Y la *hipófisis anterior* o *adenohipófisis*, que actúa como una glándula secretora por sí misma.

Médula espinal
La *médula espinal* es una masa cilíndrica de tejido nervioso que se extiende en dirección caudal a partir del bulbo raquídeo. La médula de un adulto mide aproximadamente 45 cm de longitud y ocupa los dos tercios superiores del

conducto raquídeo. Durante las primeras etapas del desarrollo la medula espinal ocupa la casi totalidad del conducto raquídeo, pero el crecimiento rápido que experimenta en seguida la columna vertebral da lugar a la disposición que presenta el adulto. La terminación inferior de la medula recibe el nombre de cono terminal.

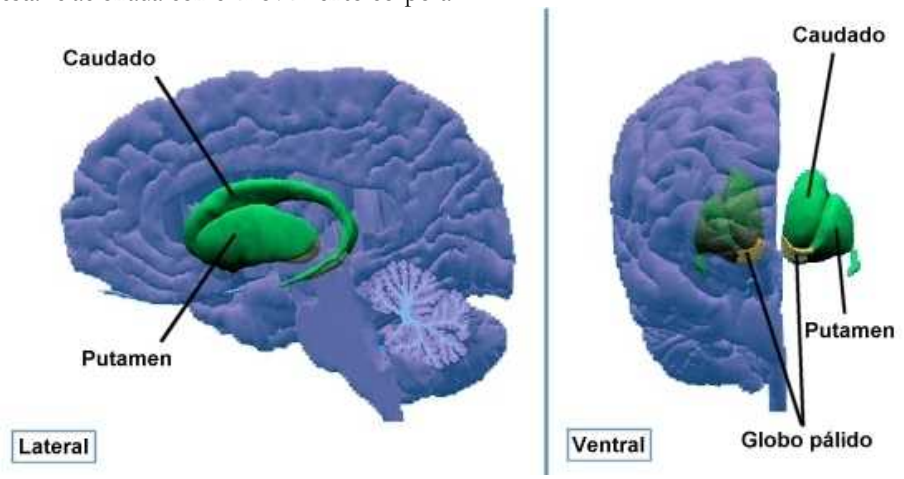


La medula espinal se divide en 31 segmentos: 8 cervicales, 12 torácicos o dorsales, 5 lumbares, 5 sacros y uno coccígeo.
Los nervios salen de la medula espinal a lo largo de toda su longitud, en número de un par por cada segmento medular.
La medula presenta dos engrosamientos, el cervical y el lumbar.

El engrosamiento cervical corresponde al origen de los nervios que se dirigen al miembro superior, el engrasamiento lumbar al de tos nervios que se dirigen al miembro inferior.

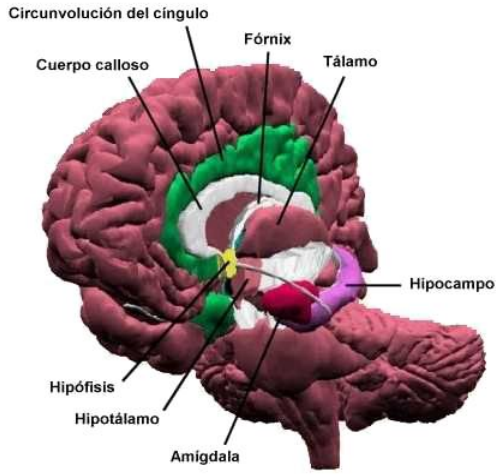
La medula espinal está constituida por *sustancia gris* y *sustancia blanca* que adoptan una distribución bastante regular. La sustancia blanca ocupa la parte externa que rodea la sustancia gris, y se compone de fibras ascendentes y descendentes sostenidas por la neuroglia. Al examinar un corte transversal de la medula puede observarse que la sustancia gris presenta una disposición en forma de H. La parte horizontal de esta H se denomina comisura gris, y cada una de las puntas recibe el nombre de asta. En consecuencia, existen dos astas ventrales o anteriores y dos astas dorsales o posteriores.
La sustancia blanca se dispone en tres columnas o cordones de fibras, anterior o ventral, lateral y posterior o dorsal, que discurren de un nivel del sistema nervioso a otro. Las fibras que se extienden desde un lugar determinado a otro se agrupan en haces denominados fascículos o tractos.
Varias fisuras discurren a lo largo de la medula espinal. En la figura aparecen dos de estas fisuras, la anterior o ventral y la posterior o dorsal. La fisura anterior es más profunda y sirve para identificar la parte frontal de la medula espinal.
La sustancia gris de la medula espinal sirve de centro reflejo y forma parte de un centro de distribución para las vías sensitivas y motoras.
La sustancia blanca actúa así de gran vía conductora de impulsos hacia el encéfalo y a partir de éste.

Núcleo estriado
El *núcleo estriado* está formado por: *caudado*, *putamen* y *globo pálido*. El núcleo estriado está en el interior de los hemisferios cerebrales, en la base de cada hemisferio y su función está relacionada con el movimiento corporal.



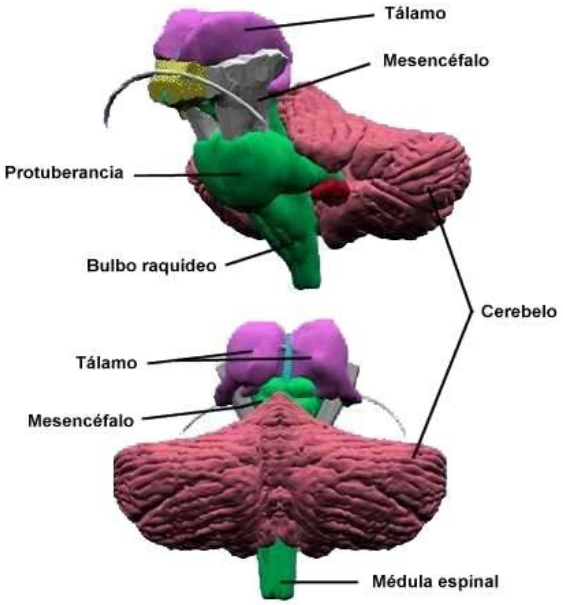
Este núcleo forma parte de un sistema funcional mayor llamado *sistema de ganglios basales*, formado por el cuerpo estriado, el subtálamo y la negra. La lesión de cualquiera de estas estructuras puede provocar alteraciones en el control de los movimientos (temblor, tics, etc.).
El caudado tiene forma de C visto lateralmente, sigue el curso del ventrículo lateral. Al conjunto del caudado y el putamen también se le denomina *neoestriado*, y al globo pálido *paleoestriado*.

Sistema límbico



El *sistema límbico* está compuesto por un conjunto de estructuras cuya función está relacionada con las respuestas emocionales, el aprendizaje y la memoria. Nuestra personalidad, nuestros recuerdos y en definitiva el hecho de ser como somos, depende en gran medida del sistema límbico.
Los componentes de este sistema son: *amígdala, tálamo, hipotálamo, hipófisis, hipocampo, el área septal (*compuesta por el *fórnix, cuerpo calloso y fibras de asociación), la corteza orbitofrontal* y *la circumbolución del cíngulo.*

Tronco encefálico



El *tronco encefálico* está constituido por el *mesencéfalo*, la *protuberancia* y el *bulbo raquídeo*. Todos estos centros nerviosos poseen una estructura similar: sustancia blanca en la parte externa con islotes de sustancia gris esparcidos por toda su superficie. La sustancia blanca está compuesta por fibras nerviosas que van y vienen del cerebro. El *núcleo rojo* del mesencéfalo es una de las masas de sustancia gris más prominentes.

Además de estas zonas más bien discretas de sustancia gris y blanca, el tallo cerebral contiene una mezcla de ambas que recibe el nombre de *formación reticular*.

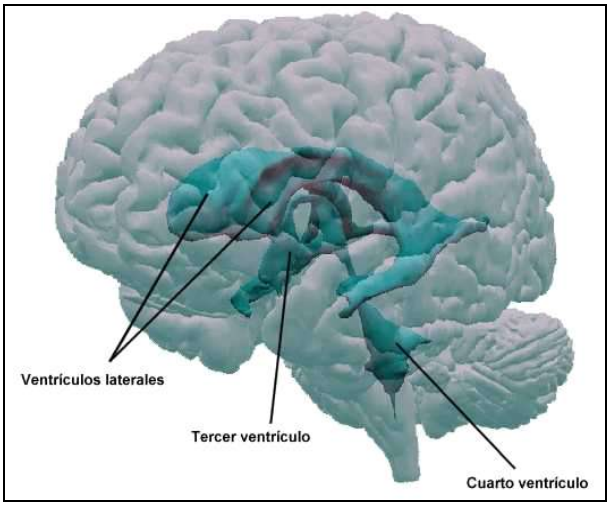
El tronco encefálico contiene numerosos centros reflejos, los más importantes de los cuales son los centros vitales. Estos centros son esenciales para la vida, ya que controlan la actividad respiratoria, cardiaca y vasomotora. Además de estos centros vitales, el tallo cerebral contiene otros centros que controlan la tos, el estornudo, el hipo, el vómito, la succión y la deglución.

La formación reticular ejerce dos efectos contrarios sobre la actividad motora. Por un lado facilita o estimula tal actividad, y por el otro la deprime. Estudios llevados a cabo en el laboratorio muestran que la formación reticular del tallo cerebral y estructuras adyacentes cerebrales (hipotálamo) son necesarias para el inicio y mantenimiento del estado de vigilia y conciencia.

El tronco encefálico contiene núcleos correspondientes a nervios craneales, y al considerar la función del tallo no debe olvidarse la función de estos nervios.

Finalmente, esta es una estructura por la que pasan las fibras ascendentes procedentes de la medula espinal y las descendentes que se dirigen a ésta. Muchas de estas fibras establecen conexiones a diferentes niveles con las neuronas de la formación reticular y, en algunos casos, con las neuronas de otros núcleos del tallo facilitando el funcionamiento de los reflejos.

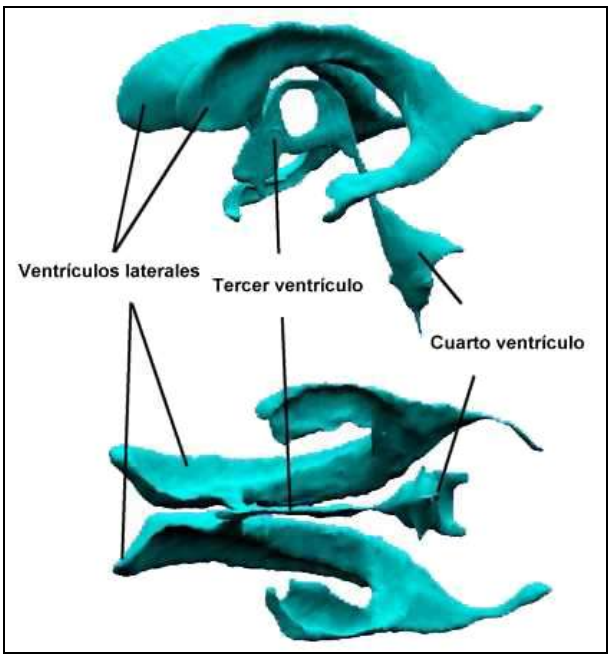
Ventrículos



Los ventrículos cerebrales están compuestos por varias partes: los *ventrículos laterales, el tercer ventrículo* y *el cuarto ventrículo*. El *líquido cefalorraquídeo* se encuentra en el interior de este sistema ventricular.

El líquido cefalorraquídeo es un líquido acuoso que se localiza en los ventrículos y en los espacios subaracnoideos.

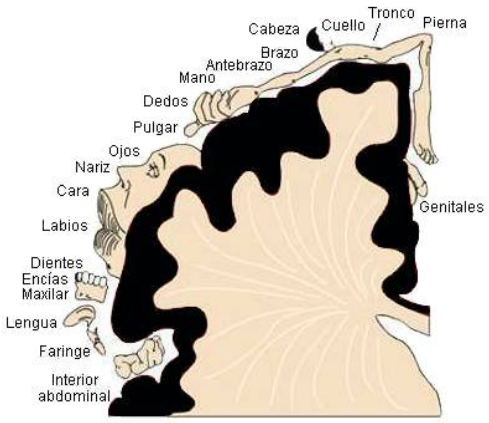
Está producido por los plexos coroideos de los ventrículos, que son como ovillos capilares cubiertos por células epiteliales.



Estas células absorben el líquido acuoso de la corriente sanguínea y lo segregan al interior de los ventrículos. El líquido cefalorraquídeo pasa a continuación desde los ventrículos al interior del espacio subaracnoideo a través de las tres aberturas u orificios situados en el cuarto ventrículo. Una vez en el espacio subaracnoideo, se absorbe y vuelve a la corriente sanguínea a través de la membrana aracnoidea, concretamente a través de las vellosidades aracnoideas. Cualquier obstrucción en la circulación del líquido cefalorraquídeo da como resultado la aparición de un crecimiento ventricular conocido con el nombre de *hidrocefalia*.Esta afección puede originar un crecimiento global de la cabeza si ocurre a una edad temprana, cuando los huesos de la cavidad craneal no se han unido de manera definitiva. El líquido cefalorraquídeo, producido de manera continua a partir de la sangre por los plexos coroideos, no puede ser adecuadamente reabsorbido en

caso de hidrocefalia.
El ser humano posee por término medio un volumen de líquido cefalorraquídeo que oscila alrededor de 135 ml. Este líquido forma una especie de manto protector contra eventuales contusiones o movimientos bruscos de la cabeza, que de lo contrario repercutirían gravemente en la integridad encefálica. Por otra parte, sirve también como medio de derivación hacia la cavidad raquídea del volumen líquido contenido en la cavidad craneal. Por ejemplo, si en la cavidad craneal penetran cantidades excesivas de sangre, la derivación de líquido al interior de la cavidad espinal sirve para acomodar las cantidades adicionales de sangre en el compartimiento craneal. El líquido cerebroespinal también puede servir para el transporte de sustancias nutritivas.

Corteza somatosensorial



Esta figura muestra las *áreas somatosensoriales primarias* de la corteza cerebral, es un gráfico donde se representan las zonas del córtex humano donde se reconocen, organizan e integran las sensaciones provenientes de las distintas partes del cuerpo. Como puede observarse, no todas las partes el cuerpo requieren de la misma "cantidad" de corteza especializada.Las áreas somestésicas o áreas de la sensibilidad general, se localizan en la circunvolución central posterior.
En esta zona se registran las sensaciones de calor, frío, tacto, presión, dolor y la sensibilidad propioceptiva (sentido de la posición y equilibrio muscular).
Cada circunvolución recibe las sensaciones procedentes del lado opuesto del organismo. La disposición de las partes del cuerpo representadas en la circunvolución sigue también un orden inverso, de manera que las áreas sensitivas de los pies se localizan en el extremo superior del córtex, mientras que las áreas para la cabeza ocupan el extremo inferior.
Las áreas motoras se localizan en las circunvoluciones centrales superiores. Cada circunvolución controla la actividad del músculo esquelético que ocupa el

lado opuesto del organismo. Las diversas partes del organismo representadas en la circunvolución se disponen escalonadamente, de arriba abajo, de modo que la porción superior de la circunvolución controla los movimientos de la extremidad inferior opuesta, mientras que la zona inferior de la circunvolución controla la cabeza y el cuello. Algunas partes del organismo, como la mano y la cara, están más representadas que otras. Ello se debe a la capacidad de tales partes para efectuar movimientos más delicados.

El área promotora, relacionada también con la actividad motora, ocupa una posición inmediatamente anterior a la circunvolución precentral. La estimulación de esta área se traduce en la aparición de una serie de movimientos de naturaleza generalizada, como la rotación de la cabeza, giros del tronco y movimientos generales de las extremidades.

Las áreas del lenguaje, o áreas de Broca, se localizan en el lóbulo frontal. En una persona diestra las áreas del lenguaje están mejor desarrolladas en la corteza cerebral izquierda. En un zurdo están más desarrolladas las áreas del lenguaje derechas.

Las áreas visuales se localizan en el lóbulo occipital. En el lóbulo occipital izquierdo se registran los impulsos que se originan en la parte izquierda de cada globo ocular, mientras que en el lóbulo occipital derecho se registran los impulsos que se originan en la parte derecha.

Las áreas auditivas se localizan en la circunvolución temporal superior. Cada lóbulo temporal recibe impulsos auditivos procedentes tanto del oído derecho como del izquierdo. Ello se debe a que un número considerable de neuronas encargadas de transmitir los impulsos auditivos no siguen la vía contralateral, sino que se dirigen al lóbulo temporal del mismo lado.

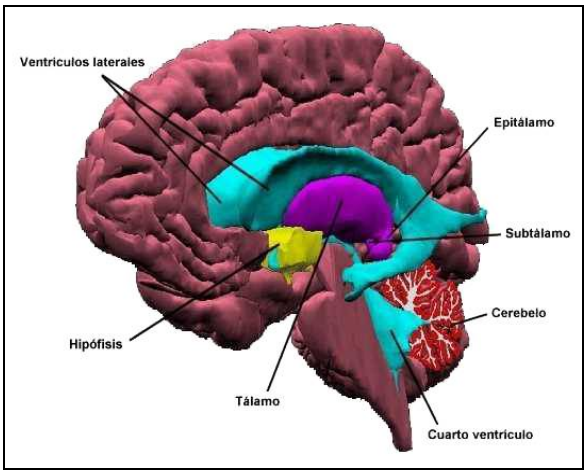
El área primaria olfativa se localiza en la superficie medial del lóbulo temporal, y el área primaria gustativa en la cara anterior de la circunvolución central posterior del lóbulo parietal.

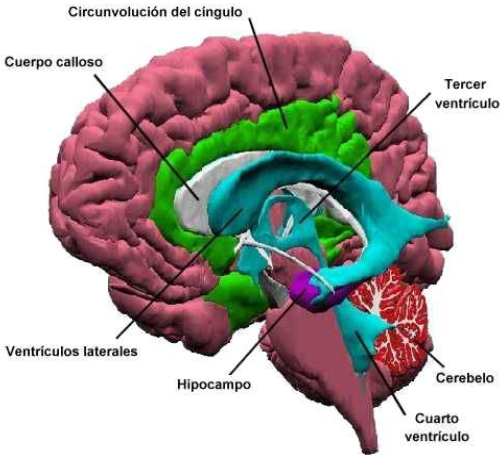
Existen otras áreas llamadas áreas de asociación. Las situadas en el lóbulo parietal participan en la integración de la información sensitiva procedente de las áreas somestésica, auditiva, visual y gustativa. Las áreas de asociación parietales correlacionan información acerca de las diversas partes del organismo. Las áreas asociativas situadas en la región posterior del lóbulo temporal se relacionan con la integración de datos sensitivos. La afasia visual y auditiva (incapacidad para comprender la palabra oral y escrita) puede asociarse a lesiones de estas áreas asociativas. Las áreas de asociación localizadas en la porción anterior del lóbulo temporal se relacionan con gran variedad de experiencias, aparte de las audiovisuales. Esta porción anterior del lóbulo temporal se ha denominado corteza psíquica a causa de su relación con experiencias pasadas.

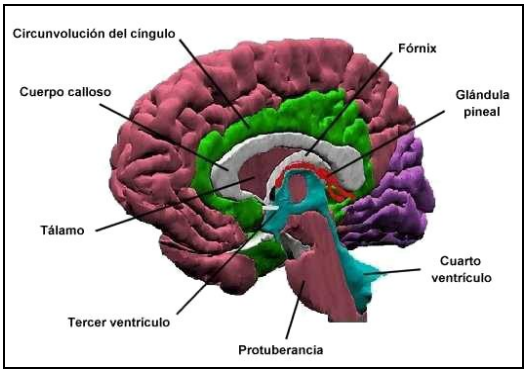
Las actividades superiores tales como el discernimiento, razonamiento y abstracción dependen también de la corteza cerebral. La parte anterior del lóbulo frontal, denominada área prefrontal, se halla en relación con estos procesos

mentales característicos del ser humano. La corteza cerebral ejerce también una influencia de carácter inhibitorio sobre las partes inferiores del sistema nervioso central.

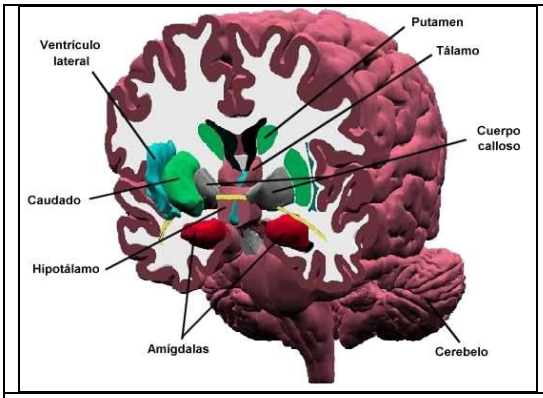
Cortes transversales

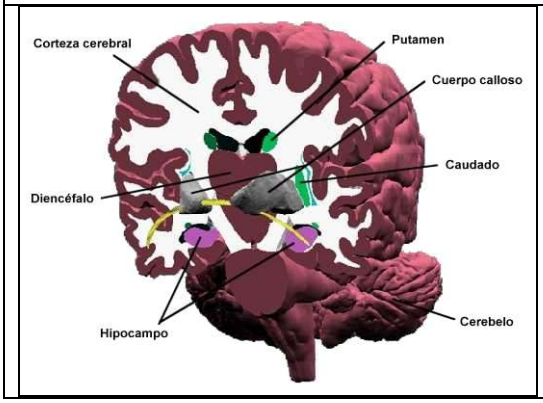





Circunvolución del cíngulo
Fórnix
Cuerpo calloso
Glándula pineal
Tálamo
Cuarto ventrículo
Tercer ventrículo
Protuberancia

Cortes frontales





3. La neurona.

A finales del siglo XIX se logró una mayor claridad sobre el trabajo del cerebro debido a los trabajos de Ramón y Cajal, en España, y Sherrington, en Inglaterra. El primero trabajó en la anatomía de las *neuronas* y el segundo en los puntos de conexión de las mismas o *sinapsis*.

El tejido nervioso es el más diferenciado del organismo y está constituido por células nerviosas, fibras nerviosas y neuroglías, que está formada por varias clases de células. La célula nerviosa se denomina *neurona* y es la unidad funcional del sistema nervioso. Hay neuronas bipolares, con dos prolongaciones de fibras, y multipolares, con numerosas prolongaciones. Las neuronas pueden ser sensoriales, motoras y de asociación.

Se estima que en cada milímetro del cerebro hay alrededor de unas 50.000 neuronas. La estructura de una neurona es como se puede ver en la figura adjunta.
El tamaño y forma de las neuronas es variable, pero con las mismas subivisiones que muestra la figura.
El cuerpo de la neurona o soma contiene el núcleo que se encarga de todas sus actividades metabólicas y recibe la información de otras neuronas vecinas a través de las conexiones sinápticas.
Las dendritas son las conexiones de "entrada" de la neurona y el axón es la "salida" de la neurona y se utiliza para enviar impulsos o señales a otras células nerviosas. Cuando el axón esta cerca de sus células destino se divide en muchas ramificaciones que forman sinapsis con el soma o axones de otras células. Esta unión puede ser "inhibidora" o "excitadora" según el transmisor que las libere. Cada neurona recibe de 10.000 a 100.000 sinapsis y el axón realiza una cantidad de conexiones similar.

La transmisión de una señal de una célula a otra por medio de la sinapsis es un proceso químico en el que se liberan sustancias transmisoras en el lado del emisor de la unión y su efecto es elevar o disminuir el potencial eléctrico dentro del cuerpo de la célula receptora. Si su potencial alcanza el umbral, se envía un pulso o potencial de acción por el axón. Se dice, entonces, que la célula se disparó, alcanzando este impulso otras neuronas a través de la distribuciones de los axones.

Haciendo una comparación entre el funcionamiento del cerebro –neuronas– y de un ordenador –interruptores del chip–, podemos observar las siguientes diferencias:

Cerebro	Ordenador
• Sistema de datos de múltiple propósito capaz de tratar gran cantidad de información en poco tiempo, pero no necesariamente con exactitud.	• Sistemas altamente especializados con capacidad para procesar información muy concreta, siguiendo unas instrucciones dadas.
• La frecuencia de los impulsos nerviosos puede variar.	• La frecuencia de transmisión es inalterable y esta dada por el reloj interno de la máquina.
• Las llamadas sinapsis cumplen en el cerebro la función simultánea de varias compuertas (and, or, not, etc.)	• Las compuertas lógicas tienen una función perfectamente determinada e inalterable.
• La memoria es del tipo asociati-	• La información se guarda en posi-

vo y no se sabe dónde quedará almacenada.	ciones de memoria de acceso directo por su dirección.
• Los impulsos fluyen a 30 metros por segundo.	• En el interior de una computadora los impulsos fluyen a la velocidad de la luz.

En cuanto a sus similitudes, podemos observar las siguientes:

- Ambos codifican la información en impulsos digitales.
- Tanto el cerebro como la computadora tienen compuertas lógicas.
- Existen distintos tipos de memoria.
- Los dos tienen aproximadamente el mismo consumo de energía.

Cuando los impulsos llegan al cerebro, cada área cortical los analiza y los envía a diferentes lugares donde serán almacenados. En esta función los neurotransmisores tienen una función muy importante, ya que son los encargados de controlar el almacenaje de la memoria.

Las neuronas se comunican mediante espasmos que abren las vesículas sinápticas dejando salir los neurotransmisores, haciéndolos llegar a los receptores. Éstos se encargan de dejar pasar iones que pueden activar algunas enzimas y pueden formar, junto con otras, una reacción en cadena, reforzando las conexiones. Algo fundamental para que la sinapsis se pueda realizar es el potasio (k).

A partir de ahí, en el hipocampo, que contiene alrededor de unos 40 millones de neuronas, se produce una gran actividad para guardar en memoria (a corto y largo plazo, si procede) todo aquello que proviene de los sentidos; pero, esta información no puede ser procesada "en bruto" por lo que debe ser simplificada antes, para poder ser procesada correctamente. Si tomamos como ejemplo una cara humana, no podríamos almacenar todos los datos "de golpe": ojos, boca, nariz, etc.; si no que la simplificamos en formas geométricas

	más sencillas, como círculo, triángulo, etc.

Una vez que el hipocampo ha recibido esta información, la adjunta a otra información que recibe de los sentidos para saber si debe archivar o no.

En el hipocampo es donde almacenamos la memoria reciente (Memoria a Corto Plazo –MCP–), guardando recuerdos de horas, días o años, dependiendo del tipo de información que sea (más compleja y significativa o no). Una vez que la memoria reciente esta preparada, la información pasa al córtex para ser almacenada mediante señales eléctricas y, es allí, donde se guardarán nuestros recuerdos permanentes (Memoria a Largo Plazo –MLP–). Una vez que esta información ha llegado al córtex, se vuelve a fragmentar en diferentes ramificaciones de neuronas del córtex, de esta forma si encontramos un fragmento, podríamos extraer el resto de los fragmentos para poder encontrar todo el recuerdo completo. No obstante, existen ciertas actividades, a las que pudiéramos llamar "mecánicas" (montar en bicicleta, conducir o tocar el piano, por ejemplo), que se guardan en el cerebelo.

Aunque pudiera parecer lo contrario, según vamos creciendo vamos perdiendo memoria, ya que las neuronas van muriendo por sí solas de muerte natural, incluso los vasos sanguíneos se van estrechando con el tiempo. Las zonas cercanas al hipocampo pierden gran numero de células, de manera que, en la mayoría de los casos, llegamos a perder un 20 % de nuestras neuronas. Lo que ocurre es que, a medida que crecemos, nuestro caudal de recogida de información y nuestra capacidad para procesarla aumentan considerablemente, lo que compensa sobremanera la pérdida que se produce. Hasta llegar a la vejez, ya que al disminuir las capacidades y aumentar las pérdidas, los problemas de memoria se agudizan, especialmente en la reciente, debido a la incapacidad de establecer conexiones neuronales.

En este sentido, una de las enfermedades que más nos afectan es el Alzheimer, que se encarga de extender neuronas enfermas por el córtex y una sustancia llamada Betaaminoide. Sus síntomas se llegan a dar a partir de los 35 años, pero lo normal viene a ser después de los 65 años.

Una forma de mejorar nuestra calidad de vida y retrasar el Alzheimer sería estimular nuestro cerebro, mediante ejercicios mentales por ejemplo. Esto produciría acetilcolina (ACH) que es fundamental para la memoria y el aprendizaje, y cuando hay bajas y no existe la suficiente ACH el Sistema Inmunológico llega a atacarse a sí mismo.

Se piensa que los estrógenos pueden contribuir a la producción de ACH, esto se ha llegado a pensar porque cuando los niveles de ACH bajan, también lo hacen los de los estrógenos, lo que se puede observar en mujeres postmenopáusicas. Por ello, las mujeres postmenopáusicas presentan mayor aquejamiento de Alzheimer. En estos casos se utiliza THA para la inhibición de la desaparición de ACH.

4. El cerebro y la cognición

El Dr. Tony Buzan (1984), creador de la teoría de los "mapas mentales" como herramienta de aprendizaje, en la década de los sesenta, empezó a advertir que, cuando dictaba sus conferencias sobre psicología del aprendizaje y de la memoria, él mismo tenía discrepancias entre la teoría que enseñaba y lo que hacía en realidad, debido a que sus "notas de clase" eran las tradicionales notas lineales, que aseguran la cantidad tradicional de olvido y de comunicación frustrada. En este caso, en sus clases y conferencias, el Dr. Buzan le indicaba a sus alumnos que los dos principales factores en la evocación eran la *asociación* y el *énfasis*. En tal sentido, se planteó la cuestión de que sus notas pudieran ayudarlo a destacar y asociar temas, permitiéndole formular un concepto embrionario de cartografía mental. Sus estudios posteriores sobre la naturaleza en el procesamiento de la información y sobre la estructura y funcionamiento de la neurona y el cerebro, entre otros estudios relacionados al tema, confirmaron su teoría original, suponiendo el nacimiento de los *mapas mentales*.

4.1. El pensamiento irradiante.

Para hacer más fácil la interpretación de lo que se denomina "mapas mentales" es importante considerar el término de *pensamiento irradiante*, al que se puede resumir con un simple ejemplo: Si a una persona se le pregunta qué sucede en su cerebro cuando en ese momento está escuchando una música agradable, saboreando una dulce fruta, acariciando a un gato, dentro de una habitación sumamente iluminada a la cual le entra el olor de pinos silvestres a través de la ventana, se podría obtener que la respuesta es simple y a su vez asombrosamente compleja, debido a la capacidad de percepción multidireccional que tiene el cerebro humano para procesar diversas informaciones en forma simultánea.

El Dr. Buzan expresa que cada *bit* de información que accede al cerebro (sensación, recuerdo o pensamiento, la cual abarca cada palabra, número, código, alimento, fragancia, línea, color, imagen, escrito, etc.) se puede representar como una esfera central de donde irradian innumerables enlaces de información, por medio de eslabones que representan una asociación determinada, donde cada una de ellas posee su propia e infinita red de vínculos y conexiones. En este sentido, se considera que la pauta de pensamiento del cerebro humano como una "gigantesca máquina de asociaciones ramificadas", un super biordenador con líneas de pensamiento que irradian a partir de un número virtualmente infinito de nodos de datos, las cuales reflejan estructuras de redes neuronales que constituyen la arquitectura física del cerebro humano y, en este sentido, cuanto más se asocien nuevos datos de una manera integrada, irradiante y organizada, más fácil se hará el seguir aprendiendo. Lo anteriormente descrito, permite concluir que el pensamiento irradiante es la forma natural y virtualmente automática en que ha funcionado siempre el cerebro humano.

4.2. El método de los mapas mentales.

El mapa mental es una técnica que permite la organización y la manera de representar la información de forma fácil, espontánea y creativa, en el sentido que la misma sea asimilada y recordada por el cerebro. Asimismo, este método permite que las ideas generen otras ideas y se puedan ver cómo se conectan, se relacionan y se expanden, libres de exigencias de cualquier forma de organización lineal.

Es una expresión del pensamiento irradiante y una función natural de la mente humana. Es una poderosa técnica gráfica que ofrece los medios para acceder al potencial del cerebro, permitiendo su aplicación a todos los aspectos de la vida, ya que una mejoría en el aprendizaje y una mayor claridad de pensamientos refuerzan el trabajo y la producción del hombre.

El mapa mental tiene cuatro características esenciales, a saber:

1ª. El asunto o motivo de atención, se cristaliza en una imagen central.

2ª. Los principales temas de asunto *irradian* de la imagen central en forma ramificada.

3ª. Las ramas comprenden una imagen o una palabra clave impresa sobre una línea asociada. Los puntos de menor importancia también están representados como ramas adheridas a las ramas de nivel superior.

4ª. Las ramas forman una estructura nodal conectada.

Junto a estas características, los mapas mentales se pueden mejorar y enriquecer con colores, imágenes, códigos y dimensiones que les añadan interés, belleza e individualidad, fomentándose la creatividad, la memoria y la evocación de la información.

Cuando una persona trabaja con mapas mentales, puede relajarse y dejar que sus pensamientos surjan espontáneamente, utilizando cualquier herramienta que le permita recordar sin tener que limitarlos a las técnicas de estructuras lineales, monótonas y aburridas.

Para la elaboración de un mapa mental y tomando en consideración las características esenciales el asunto o motivo de atención, se debe definir identificando una o varias *Ideas Ordenadoras Básicas* (IOB), que son conceptos claves (palabras, imágenes o ambas) de donde es posible partir para organizar otros conceptos, en este sentido, un mapa mental tendrá tantas IOB como requiera el "cartógrafo mental". Son los conceptos claves, los que congregan a su alrededor la mayor cantidad de asociaciones, siendo una manera fácil de descubrir las principales IOB en una situación determinada, haciéndose las siguientes preguntas, de acuerdo con el Dr. Buzan:

- ¿Qué conocimiento se requiere?. Si esto fuera un libro, ¿cuáles serían los encabezamientos de los capítulos?.
- ¿Cuáles son mis objetivos específicos?.

- ¿Cuáles son mis interrogantes básicos?. Con frecuencia: ¿qué?, ¿quién?, ¿cuál?, ¿cómo?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿por qué? y ¿para qué?, sirven bastante bien como ramas principales de un mapa mental.
- ¿Cuál sería la categoría más amplia que las abarca a todas?

Una vez que se han determinado las ideas ordenadoras básicas se requiere considerar otros aspectos:
1º. Organización: El material debe estar organizado en forma deliberada y la información relacionada con su tópico de origen (partiendo de la idea principal, se conectan nuevas ideas hasta completar la información).
2º. Agrupamiento: Después de tener un centro definido, un mapa mental se debe agrupar y expandir a través de la formación de subcentros que partan de él y así sucesivamente.
3º. Imaginación: Las imágenes visuales son más recordadas que las palabras, por este motivo el centro debe ser una imagen visual fuerte para que todo lo que está en el mapa mental se pueda asociar con él.
4º. Uso de palabras claves: Las notas con palabras claves son más efectivas que las oraciones o frases, siendo más fácil recordar para el cerebro éstas que un grupo de palabras, frases u oraciones.
5º. Uso de colores: Se recomienda colorear las líneas, símbolos e imágenes, debido a que es más fácil recordarlas que si se hacen en blanco y negro. Mientras más color se use, más se estimulará la memoria, la creatividad, la motivación y el entendimiento, e, inclusive, se le puede dar un efecto de profundidad al mapa mental.
6º. Símbolos (herramientas de apoyo): Cualquier clase de símbolo que se utilice es válido y pueden ser usados para relacionar y conectar conceptos que aparecen en las diferentes partes del mapa, de igual manera sirven para indicar el orden de importancia además de estimular la creatividad.
7º. Involucrar la conciencia: La participación debe ser activa y consciente. Si los mapas mentales se convierten en divertidos y espontáneos, permiten llamar la atención, motivando el interés, la creatividad, la originalidad y ayudan a la memoria.
8º. Asociación: Todos los aspectos que se trabajan en el mapa deben ir asociados entre sí, partiendo desde el centro del mismo, permitiendo que las ideas sean recordadas simultáneamente.
9º. Resaltar: Cada centro debe ser único, mientras más se destaque o resalte la información, ésta se recordará más fácilmente y con mayor rapidez.
4.3. Leyes y recomendaciones de la cartografía mental.
De acuerdo con el creador de esta técnica, Dr. Buzan, existen unas leyes cuya intención consiste en incrementar más que restringir, la libertad mental. En este contexto, es importante que no se confundan los términos orden con

rigidez, ni libertad con caos. Dichas leyes se dividen en dos grupos: Las leyes de la técnica y las leyes de la diagramación:

Leyes de la Técnica	Leyes de la Diagramación
Utilizar el énfasis	Utilizar la jerarquía
Utilizar la asociación	Utilizar el orden numérico
Expresarse con claridad	
Desarrollar un estilo personal	

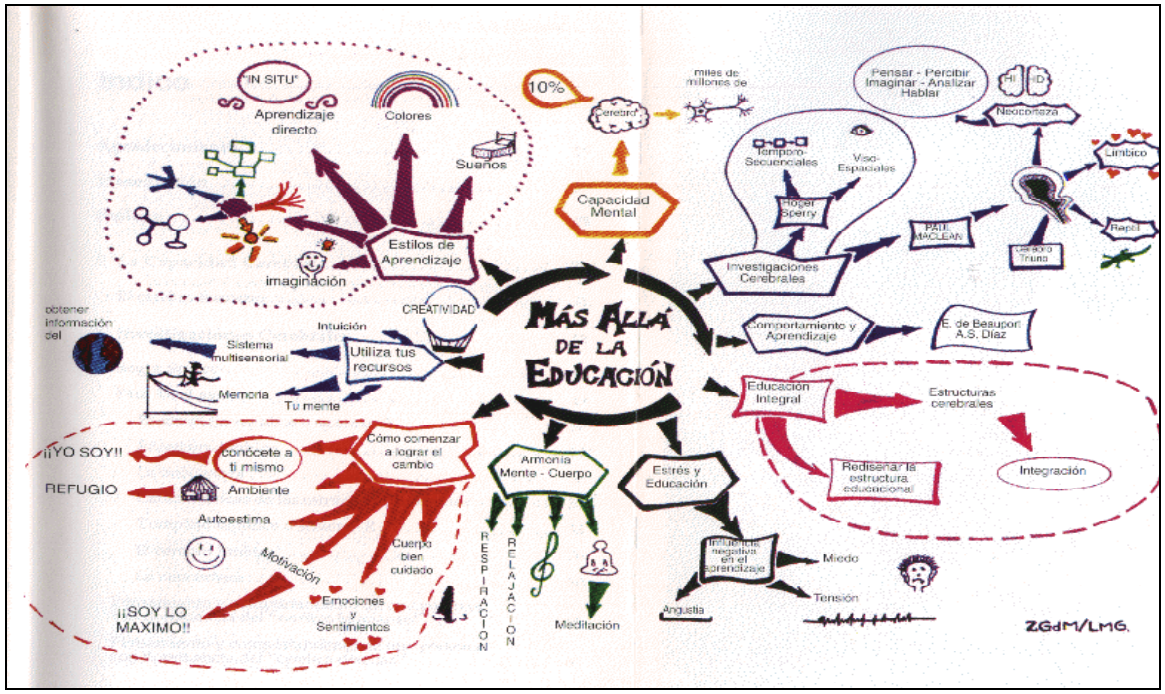
De igual forma, el Dr. Buzan, añade algunas recomendaciones a las leyes anteriores:

- Romper los bloqueos mentales.
- Reforzar (revisar y verificar el mapa mental).
- Preparar (crear un contexto o marco ideal para la elaboración del mapa mental).

Las ventajas de la Cartografía Mental sobre el Sistema Lineal de preparar-tomar notas son las siguientes:

- Se ahorra tiempo al anotar solamente las palabras que interesan, al no leer más que palabras que vienen al caso, al revisar las notas del mapa mental y al no tener que buscar las palabras claves entre una serie innecesaria.
- Aumenta la concentración en los problemas reales.
- Las palabras claves se yuxtaponen en el tiempo y en el espacio, con lo que mejoran la creatividad y el recuerdo.
- Se establecen asociaciones claras y apropiadas entre las palabras claves.
- Al cerebro se le hace más fácil aceptar y recordar los mapas mentales.
- Al utilizar constantemente todas las habilidades corticales, el cerebro está cada vez más alertado y receptivo.

Mapa mental


"IN SITU"
Aprendizaje directo
Colores
Sueños
imaginación
Estilos de Aprendizaje
10%
cerebro
millones de
Capacidad Mental
Pensar - Percibir Imaginar - Analizar Hablar
Hi
Hd
Neocorteza
Límbico
Rapiñ
Tempo-Secuenciales
Viso-Espaciales
Roger Sperry
Investigaciones Cerebrales
PAUL MACLEAN
Reptiliano Triuno
Comportamiento y Aprendizaje
E. de Beaupori A.S. Díaz
Educación Integral
Estructuras cerebrales
Integración
Rediseñar la estructura educacional
MÁS ALLÁ DE LA EDUCACIÓN
obtener información del
Intuición
Sistema multisensorial
Utiliza tus recursos
Memoria
Tu mente
CREATIVIDAD
¡¡YO SOY!!
REFUGIO
conócete a ti mismo
Ambiente
Autoestima
Cómo comenzar a lograr el cambio
Motivación
Cuerpo bien cuidado
Emociones y Sentimientos
¡¡SOY LO MAXIMO!!
Armonía Mente - Cuerpo
RESPIRACIÓN
RELAJACIÓN
Meditación
Estrés y Educación
Influencia negativa en el aprendizaje
Miedo
Tensión
Angustia
ZGdM/LMG.

4.4. Aprendizaje y memoria.

El aprendizaje –cambio relativamente estable de la conducta– es, en realidad, un proceso de almacenamiento en el cerebro y la memoria es la recuperación de los contenidos almacenados en los "bancos de datos" del cerebro. En general, existen dos tipos de aprendizaje y memoria diferentes. En primer lugar, hay aprendizaje y memoria motores, que es el aprendizaje de todas las habilidades motoras, incluida la postura erecta y la marcha. Y, en segundo lugar, existe el aprendizaje y memoria cognitivos, que incluye las percepciones, ideas, expresiones lingüísticas y el conjunto de la cultura con todas sus manifestaciones.

Uno de los aspectos en que el chimpancé se parece al hombre es en la estructura de su cerebro, mostrando una capacidad de razonamiento primitivo, con un cerebro similar al que tendría los homínidos primitivos. Como en el *Homo,* la cría de chimpancé está muy indefensa tras el nacimiento, pero su cerebro es aproximadamente un 60% del tamaño adulto, comparando con el 26% de la cría humana. A los tres meses, presenta algunas coordinaciones motoras y a los cinco comienza a dar sus primeros pasos y a trepar. Los jóvenes se mantienen bajo el cuidado maternal durante uno a dos años después del destete, que sucede a los cinco años aproximadamente.

A los siete u ocho años de edad, el macho joven deja a su madre para unirse a la sociedad masculina. A los quince años alcanza la madurez, en cambio en las hembras es anterior, presentando una vida sexual activa a los once años. En experimentos se ha demostrado que los chimpancés pueden construir mapa de áreas, por ejemplo, con localizaciones de alimentos ocultos; es decir, disponen de memoria espacial.

El aprendizaje motor se realiza en forma correcta en el simio y es posible alguna comunicación verbal en lenguaje con signos o símbolos. Muestran un reconocimiento de objetos.

En la evolución de los homínidos, estaba dispuesto el mecanismo de un desarrollo cerebral evolucionado para el aprendizaje y la memoria. Pero el rendimiento humano es de una magnitud diferente. El rendimiento de un adulto humano es incomparablemente superior y se desarrolla a lo largo de la vida, aprovechando todos los códigos aprendidos de forma más o menos permanente, tal como la escritural.

El hipocampo del *Homo* tiene un índice mayor. En la evolución los hemisferios cerebelosos se desarrollan en paralelo con los hemisferios cerebelares, aunque en menor grado. El área VPO (puente ventral) está implicada en la vía cerebrocerebelosa, lo que explicaría su gran índice de tamaño. Las eferencias de los hemisferios cerebelosos se producen a través del núcleo cerebeloso lateral, de ahí el alto índice de tamaño para *Homo.* Por el contrario, los núcleos cerebelosos MNC (núcleo cerebeloso medial) e ICN (núcleo cerebeloso intermedio) tienden a ser agresivos.

Como sabemos, las fibras de las neuronas terminan en botones sinápticos que están llenos de vesículas sinápticas con la sustancia química que va a ser transmitida a través de la hendidura sináptica. Se cree que el aprendizaje podía acompañarse de un reforzamiento de las sinapsis tras una intensa actividad.
El hipocampo presenta un papel importante en la memoria cognitiva. En casos de su extirpación por alguna dolencia, el paciente presenta una incapacidad total para almacenar recuerdos cognitivos (amnesia retrógrada). También juegan un papel clave las áreas asociativas sensoriales de los lóbulos parietal y temporal con sus aferencias táctiles, auditivas y visuales.
Existe una relación bidireccional íntima con la corteza frontal denominada memoria a largo plazo, a través de una importante vía al hipocampo y estructuras relacionadas al sistema límbico. De ahí, la vía se dirige al tálamo mediodorsal de la corteza frontal, produciéndose una convergencia en la corteza frontal de dos aferencias desde las áreas asociativas sensoriales, con la consiguiente oportunidad de conjunción, siendo un factor clave para la memoria congnitiva.
Aunque, se ha producido un aumento en los índices de tamaño del hipocampo y estructuras relacionadas de la esquizocorteza y el diencéfalo en los primates y también un gran aumento en la corteza asociativa, particularmente del lóbulo prefrontal. No obstante, la corteza prefrontal humana ocupa un área cinco veces mayor que la del simio.
En este proceso el lenguaje juega un papel fundamental. Posiblemente, ya el *Homo habilis* realizó un mayor avance con su cerebro más grande y con el desarrollo de las áreas del lenguaje, además de una cultura basada en utensilios de piedra duraderos. Podemos presumir que su cultura dependió de una mejora de la memoria cognitiva.

Los primeros años de vida del hombre y los primates se centran en el aprendizaje motor. La cría del chimpancé aprende casi el doble de rápido que el bebé humano, posiblemente por el hecho de que las crías humanas nacen prematuramente.
El cerebelo está involucrado en el control del movimiento. En su evolución, los hemisferios cerebelosos han crecido más que el vermis, situado más medialmente, y que la región intermedia, produciéndose los siguientes hechos:
1º. Disminución del núcleo cerebeloso medial (MCN), que se corresponde con la disminución del vermis, de los movimientos automáticos del cuerpo y de las extremidades controlados por el tronco del encéfalo y la médula espinal.
2º. El núcleo cerebeloso intermedio (ICN) muestra un rendimiento evolutivo mixto, que corresponde al doble papel del lóbulo intermedio del cerebelo y el ICN. Relacionados con el control del movimiento del tronco del encéfalo y de la médula espinal, por un lado, y, por otro, con la corteza cerebral contralateral.
3º. El núcleo cerebeloso lateral (LCN) muestra un considerable avance en el Homo. Estaría involucrado en los niveles superiores del control del movimien-

to. Este control cerebeloso del movimiento puede estar sujeto a un proceso de aprendizaje.
Si bien los monos y los simios tienen un buen desarrollo de la maquinaria para los aprendizajes cognitivo y motor, encuentran obstáculos en una situación nueva porque aquellos son incapaces de pensar los problemas lingüísticamente. Por lo tanto, en la evolución de los homínidos se presenta nuevamente el papel clave del lenguaje en el éxito evolutivo.
Para que tenga lugar una consolidación de un recuerdo, las aferencias del hipocampo a la neocorteza han de repetirse tanto como en la experiencia inicial, en lo que podríamos denominar "recuerdos episódicos" de uno a tres años. Un fallo en esta repetición origina el proceso ordinario del olvido.
La memoria cognitiva se mantiene en bancos de datos de la corteza cerebral. Por experimentos con la técnica para medir el flujo sanguíneo cerebral (rCBF) por inyección de xenón radioactivo, se pudo notar que se produjo un aumento notable de rCBF a ambos lados del lóbulo prefrontal, por lo que se puede concluir, que en la recuperación de memorias cognitivas almacenadas, se produce una actividad cerebral bastante considerable en muchas áreas; pero, sobre todo, en la corteza prefrontal.
El área del lenguaje, especialmente las áreas 39 y 40 de Brodmann, está muy aumentada. Este origen evolutivo tardío puede deberse a su tardía mielinización. Siendo por lo que se propone que esta enorme expansión evolutiva de la corteza prefrontal desde los hominoides no experimentó un crecimiento uniforme. Como en las áreas 39 y 40, se pudieron desarrollar áreas nuevas con propiedades especiales que confirieron al lóbulo prefrontal su preeminencia en el pensamiento y memoria humanos.
La creencia filosófica griega se movió entre el dualismo y el interaccionismo. Descartes, influido por ella, propuso una mente no material interaccionando con un cerebro material.
Un animal es consciente cuando se guía por sentimientos y estados de ánimo, y cuando es capaz de valorar su situación presente a la luz de la experiencia pasada, así puede desarrollar una acción apropiada que es más que una respuestas instintiva estereotipada. De esta forma, es capaz de mostrar un patrón original de comportamiento que puede ser aprendido y que, además, incluye una serie de reacciones emocionales. El rendimiento instintivo de un animal se basa en la construcción ontogenética de su sistema nervioso y estructuras relacionadas por medio de instrucciones genéticas; por ello, el aprendizaje puede ser el aumento de la efectividad sináptica tras el uso.

Se podría plantear la hipótesis de que en la evolución, la aparición de las experiencias mentales conscientes acompañaba la evolución del mecanismo de procesamiento visual, esencial en la guía de conducta animal.

Una de las características más significativas del cerebro humano es su asimetría, las asimetrías se muestran en los lóbulos íntimamente relacionados con el yo consciente. No se han observado asimetrías en los cerebros de monos y mandriles. Probablemente, exista asimetría en la fisura de Silvio del cerebro del simio, la cual tiende a ser mayor en el hemisferio derecho. En el cerebro humano la fisura de Silvio en el lado derecho se angula hacia arriba antes que en el lado izquierdo. Esta asimetría se relaciona con la asimetría del plano temporal, que es más amplia en el lado izquierdo, siendo el área para el procesamiento de la información musical. No obstante, no se ha demostrado asimetría para las áreas corticales del lenguaje.

Para los monos la asimetría de este tipo está dada por la preferencia manual. La especialización hemisférica no está presente y son ambidiestros. En la evolución de los homínidos ha habido un enorme desarrollo de las asimetrías en las funciones de zonas anatómicamente simétricas de los hemisferios derecho e izquierdo. La simetría sobresaliente se encuentra en las áreas del lenguaje. Las partes más amplias de los lóbulos parietal y temporal izquierdo se especializan en la semántica del reconocimiento y producción del lenguaje (área de Wernicke). No obstante, las áreas que representan la imagen especular en el hemisferio derecho tienen muy poca relación funcional con le lenguaje. De forma similar, la imagen especular del área de Broca en el lóbulo frontal inferior derecho parece que no se utiliza en la producción del lenguaje. Aunque, las áreas 39 y 40 de Brodmann que, en el lado izquierdo se relacionan con funciones específicas del lenguaje, en el área 39 está implicada en la conversión de las aferencias visuales (escritas e impresas) en un significado, mientras que el área 40 se implica en las aferencias auditivas.

El lóbulo parietal derecho está especialmente relacionado con la manipulación de datos espaciales y con una forma no verbalizada de relación entre el cuerpo y el espacio. Implica las habilidades espaciales y su lesión origina la pérdida de las habilidades basadas en movimientos finamente organizados (apraxia), y, además, trastornos sutiles como deterioro de la fluidez verbal, reducción en la capacidad de concentración, etc.

Una amplia variedad de trastornos resultan también de lesiones extensas del lóbulo parietal izquierdo. Los trastornos principales se relacionan con el lenguaje. En le lóbulo parietal izquierdo existe una integración de los datos sensoriales con el lenguaje y, como consecuencia, existen incapacidades para la acción motora, la capacidad constructiva y el cálculo.

El lóbulo temporal derecho ha mostrado especial implicación en la apreciación musical y en el reconocimiento de patrones espaciales. En cambio, el izquierdo, se relaciona con un estadio del procesamiento de la información acústica que es anterior a su reconocimiento semántico.

En resumen, existe una dominancia del hemisferio izquierdo para el lenguaje y el procesamiento analítico, y del derecho para la melodía y el procesamiento

holístico. Esta asimetría es única en los homínidos y su mente parece ser holística y no divisible en partes.
Tras una operación llamada comisurotomía, en la que se realizó una sección del cuerpo calloso –el gran tracto de fibras nerviosas (200 millones) que une los dos hemisferios cerebrales–, se llegó a la conclusión de que cada hemisferio utiliza sus propios preceptos, imágenes mentales, asociaciones e ideas. El derecho es un cerebro muy desarrollado, pero no puede expresarse por medio del lenguaje, de forma que no es capaz de revelar ninguna experiencia de consciencia.
En general el hemisferio dominante se especializa en relación con los detalles imaginativos, precisos en todas las descripciones y respuestas; es decir, es analítico y secuencial (puede sumar, sustraer, multiplicar, etc.). Su dominancia se deriva de sus habilidades verbales e ideacionales y de su enlace con la autoconciencia (concimiento de sí mismo).

Hemisferio dominante	Hemisferio menor
Relación con la autoconciencia.	Relación con la conciencia.
Verbal.	Casi no verbal.
Musical.	Descripción lingüística.
Sentido pictórico y de formas.	Ideacional. Similitudes conceptuales.
Análisis en el tiempo.	Síntesis en el tiempo.
Holístico. Imágenes.	Análisis del detalle.
Geométrico y espacial. Sintetiza el espacio.	Aritmético y parecido a un ordenador.

Los hemisferios cerebrales humanos existen en una relación simbiótica en la que tanto las capacidades como las motivaciones actúan de forma complementaria.
Hasta hace poco se creía que el rendimiento cognitivo superior del cerebro humano se debía a su magnitud y esta es una burda creencia sin ninguna idea creativa. Por el contrario, ahora se propone que las funciones extraordinarias del cerebro humano se derivan de la neoneocorteza, que probablemente sería insignificante en los hominoides más avanzados, en analogía con el modelo del simio. Las áreas 39 y 40 son las más claramente definidas de la neocorteza, pero los lóbulos prefrontal medio y temporal inferior también lo están. Las áreas neoneocorticales son la base estructural para muchas de las asimetrías.
En la evolución de los homínidos podemos suponer que existió una imperiosa necesidad de más circuitos neuronales con un exquisito diseño para poder satisfacer la amplia demanda del nuevo desarrollo evolutivo, especialmente para los niveles más altos del lenguaje. Por consiguiente, se generó una estrategia evolutiva consistente en no formar más neocorteza con una representación

dual y, en su lugar, se produciría, al nacer, una tendencia hacia la derecha o hacia la izquierda para una u otra función nóstica durante la maduración retardada.

El gran éxito en la evolución de los homínidos se aseguró por la economía asimétrica, que dobla potencialmente la capacidad cortical. La asimetría cortical es el punto crucial de este éxito. La neocorteza "vieja" con sus funciones sensoriales y motoras, permaneció inalterada con sus funciones simétricas.

Las características de la neoneocorteza son:

- Filogenéticamente, es la última en evolucionar y un desarrollo especial de los homínidos.
- Ontogenéticamente, es la última en madurar, como lo muestra la mielinización retardada y el desarrollo retardado de dendritas y sinapsis.

Existe una asimetría funcional. En los niños existe una plasticidad en la maduración; es decir si sufre un hemisferio una lesión, el otro puede coordinar las funciones principales que cumpliría el otro.

La activación de la neoneocorteza va asociada a una amplia variedad de funciones gnósticas: conciencia y autoconciencia, pensamiento, memoria, sentimientos, imaginación y creatividad.

Las siguientes imágenes son tomografías tomadas a individuos mientras realizaban una acción. Las áreas de mayor actividad son las rojas, pudiéndose observar ante una acción determinada que zona de los hemisferios se presenta una mayor concentración de movimiento.

Algo se ha movido y comienza a observarse. El centro de la visión comienza a moverse.

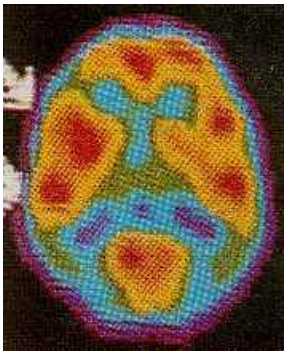
Llegan nuevas impresiones Ópticas y se visualiza con mayor detalle la escena.

Proceso de pensamiento con una mayor actividad en el lóbulo frontal.

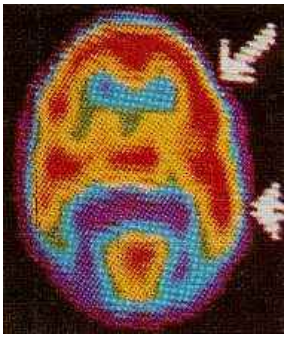
La persona recuerda actividades y momentos del pasado. Varias zonas colaboran en esta tarea.

Realización de un deporte. Se observa la activación de las zonas motoras.

Los oídos perciben la música y el lenguaje en una canción.
Participan ambos hemisferios



Se analizan las variedades de los tonos musicales.



Se escucha música.

Tenemos una memoria del futuro, es decir, un tipo de memoria no de lo que ha sucedido, sino de un conjunto de anticipaciones que experimentamos cuando estamos pensando en acciones planificadas para el futuro. Las lesiones bilaterales de la corteza prefrontal producen un síndrome de "pérdida del futuro", caracterizado por la indiferencia y por la pérdida de la ambición y de la capacidad de previsión.

En cuanto a la localización de la imaginación en el cerebro, se ha podido estudiar por medio de las técnicas de radiotrazadores. Las regiones de la corteza cerebral implicadas en distintos tipos de imaginación se pueden localizar en grandes áreas de los lóbulos prefrontales. Otras áreas de la corteza cerebral

están específicamente relacionadas con las tareas imaginarias, como las áreas del lenguaje y las áreas visuales. Para la imaginación abstracta no se han hecho estudios, pero se puede suponer que la corteza prefrontal podría ser dominante.

5. El cerebro y las emociones

Las emociones son funciones biológicas del sistema nervioso que mantienen activa la vida mental. En estudios realizados por Gazzaniga (1975), sobre cirugía de escisión cerebral, se mostraba que al dividir el cerebro, la comunicación entre los hemisferios desaparece. La información que está en un hemisferio queda encerrada y no puede ser utilizada por el otro.

El autor llegó a las siguientes conclusiones sobre los mecanismos cerebrales de las emociones:

1ª. El enfoque adecuado de análisis de una función psicológica es el que la estudia en relación con su localización en el cerebro.

2ª. Los mecanismos cerebrales que generan conductas emocionales se conservan a lo largo de la evolución.

3ª. Las emociones conscientes mediante las cuales conocemos y apreciamos u odiamos nuestras propias emociones son desvíos en el estudio científico de las emociones.

4ª. Lo importante es procurar los mecanismos que detectan una situación que pueda provocar una emoción.

5ª. Utilizando las respuestas emocionales podemos investigar el mecanismo subyacente y conocer mejor el mecanismo que genera nuestros sentimientos conscientes.

6ª. Los sentimientos conscientes no son diferentes de otros estados de consciencia, como la percepción.

7ª. Las emociones tienen lugar sin que las hayamos planeado, teniendo la mente poco control sobre ellas emociones.

8ª. Las conexiones que comunican los mecanismos emocionales con los cognitivos son más fuertes que las que comunican los cognitivos con los emocionales.

9ª. Las emociones motivan conductas futuras e influyen tanto en las reacciones inmediatas como en las futuras, pudiendo ocasionar problemas como trastornos mentales, pero también pueden ser útiles.

10ª. Las experiencias emocionales conscientes son sólo una parte de los mecanismos que las generan.

11ª. La creación de las emociones es una de las funciones más complicadas del cerebro.

12ª. A pesar de ser el estado del cerebro que mejor se conoce, no se sabe muy bien de dónde proceden las emociones.

13ª. Los científicos presentan diversas teorías sobre la naturaleza de las emociones: para algunos, son reacciones físicas evolucionadas por el efecto de la lucha por la supervivencia. Para otros, son estados de la mente que surgen cuando se detectan reacciones físicas. Otros, opinan que lo importante solamente ocurre en el interior del cerebro.
14ª. Los avances en el estudio de la cognición aportan un marco conceptual y una metodología útil como planteamiento para todos los aspectos de la mente, incluyendo las emociones.
Desde la antigua Grecia se ha tendido a separar la cognición de las emociones y ha considerarlas aspectos opuestos de la mente. No obstante, hoy día, de la mano del Cognitivismo, aunque en sus orígenes estudiaba la cognición sin tener en cuenta las emociones, a la hora de intentar comprender cómo conocemos el mundo en que vivimos y cómo hacemos uso de esos conocimientos, opina que es imprescindible tener en cuenta las emociones y, dentro de ellas, particularmente, el estudio de la motivación.
Esto ha dado lugar al constructo del "Aprendizaje Autorregulado" –SRL–, que centra su atención en la conjunción de la cognición-metacognición, la motivación y la conducta del aprendiz, con el afán por conseguir que los alumnos "aprendan a aprender.
Los alumnos serán autorreguladores en la medida que sean, *cognitiva-metacognitiva*, *motivacional* y *conductualmente,* promotores activos de sus propios procesos de aprendizaje (Zimmerman, 1990; McCombs y Marzano, 1990).
1º. *Cognitiva-metacognitivamente,* cuando sean capaces de tomar decisiones que regulen la selección y uso de las diferentes formas de conocimiento: planificando, organizando, instruyendo, controlando y evaluando (Corno, 1989).
2º. *Motivacionalmente*, cuando sean capaces de tener gran autoeficacia, autoatribuciones e interés intrínseco en la tarea, destacando un extraordinario esfuerzo y persistencia durante el aprendizaje (Schunk, 1986; Borkowski et al., 1990).
3º. *Conductualmente*, cuando sean capaces de seleccionar, estructurar y crear entornos para optimizar el aprendizaje, buscando consejos, información y lugares donde vean favorecido su aprendizaje (Wang y Peverly, 1986; Zimmerman y Martínez-Pons, 1986), autoinstruyéndose y autorreforzándose (Rohrkemper, 1989).
En suma, un aprendiz efectivo será aquel que llegue a ser consciente de las relaciones funcionales entre sus patrones de pensamiento y de acción (estrategias) y los resultados socioambientales (Corno y Mandinach, 1983; Corno y Rohrkemper, 1985); es decir, cuando se sienta agente de su comportamiento, estando automotivado, usando estrategias de aprendizaje para lograr los resultados académicos deseados, autodirigiendo la efectividad de su aprendizaje, evaluándolo y retroalimentándolo.

En general, podemos señalar que los modelos de aprendizaje autorregulado están integrados por tres elementos básicos: el uso de *estrategias de aprendizaje autorregulado*, el *compromiso hacia las metas académicas* y las *percepciones de autoeficacia* sobre la acción de las destrezas por parte del alumno.

No obstante, en la primera mitad del siglo XX el conductismo fue la corriente dominante en Psicología que defendía que los estados interiores y subjetivos de la mente, como las emociones, no eran temas apropiados para la psicología, que debía estudiar hechos observables y no de la consciencia.

Hacia la mitad del siglo XX el conductismo perdió fuerza a costa del nacimiento del cognitivismo, se crearon los ordenadores, surgió la inteligencia artificial y se consideró la mente como una herramienta de procesamiento de información. La mente volvía a estar en primer plano.

El funcionalismo contribuyó al afianzamiento del cognitivismo al sostener que la mente es al cerebro lo que un programa informático es a un soporte físico, considerando la mente como procesador de información, olvidando la conciencia y el subjetivismo, centrándose más en la comprensión de la organización funcional y de los procesos que subyacen a los procesos mentales y los originan. El contenido consciente procede del procesamiento y no somos conscientes de él, sino sólo de su resultado.

El psicólogo Kihlstrom (1973) usó el término "inconsciente cognitivo" para referirse a los procesos ocultos, principal interés del cognitivismo, y que abarcan muchos niveles de complejidad de la mente. Este inconsciente implica que mucho de lo que realiza la mente sigue existiendo fuera de la consciencia.

Lo primero que analiza el sistema nervioso en un estímulo son sus propiedades físicas y dichos procesos ocurren sin que nos demos cuenta. Somos conscientes del resultado del procesamiento, pero no del proceso en sí. El cerebro atribuye significado a los estímulos a partir del análisis de sus características físicas, las cuales llegan hasta los recuerdos almacenados a largo plazo. Entonces, se compara la información del estímulo con la información almacenada sobre objetos similares, obteniendo finalmente los recuerdos conscientes.

De esta manera, la mayoría de los científicos cognitivistas afirmaban que las emociones juegan un papel importante en la mente; pero, a la vez, señalan que no forman parte de su planteamiento. A pesar de ello, otros autores han llegado a conclusiones que muestran que la cognición no es estrictamente lógica; sino que, incluso, es ilógica en ocasiones, por lo que pudiera ser que las emociones no estuvieran tan separadas de la cognición como se afirmaba.

Tradicionalmente, se ha considerado que las emociones eran estados subjetivos de la consciencia. Esta subjetividad hizo que fueran "despreciadas", en principio, por el cognitivismo. Pero, otras funciones cerebrales que tienen correlaciones subjetivas siguen adelante y, por tanto, el estudio de las emociones también debería continuar.

Así pues, los psicólogos interesados en las emociones, han intentado explicarlas como procesos cognitivos. Las emociones serían pensamientos sobre situaciones en las que nos encontramos y no se diferenciarían de los actos de cognición.

En suma, los sentimientos y emociones son las explicaciones que damos acerca de los estados físicos emocionalmente ambiguos, utilizando el pensamiento y las atribuciones sobre causas externas e internas de ese estado. Las emociones serían el resultado de la interpretación cognitiva de las situaciones.

En nuestros días, se han realizado muchas simulaciones informatizadas sobre la evaluación y otros procesos mentales. Algunos investigadores creen que las emociones pueden programarse por ordenador, pero aún no ha sido creado ningún programa que pueda procesar emociones.

Gran parte de los estudios sobre el procesamiento inconsciente se han basado en informes y procesos verbales, introspeccionistas, por lo que, probablemente, nuestra noción de la complejidad de los procesos inconscientes del hombre es inexacta.

Mediante estudios con animales se han llegado a comprender mecanismos emocionales compartidos con el hombre. Esto hace que conozcamos mejor cómo actúan el lenguaje y la consciencia, funciones recién evolucionadas, y cómo interactúan con los sistemas subyacentes no verbales e inconscientes, en las emociones.

La ciencia moderna tiene como uno de sus objetivos primordiales hallar la localización de estas funciones en el cerebro, ya que para saber como funciona una función lo primero es localizarla.

Parte II

La Ciencia Cognitiva: Enfoques y Aplicaciones

CAPÍTULO 3

La ciencia cognitiva, una investigación interdisciplinar
Etapas de su construcción

Jesús Martínez Velasco

Tratar los problemas de la mente y de la cognición exige hoy hacerlo concurrentemente con ciertos programas científicos. Los avances que se han producido en la investigación de los fenómenos cerebrales y cognitivos obliga a un cambio revolucionario en la forma de conceptualizar esos problemas. La ciencia cognitiva más que una ciencia constituida, es todavía una organización de disciplinas, cada una de las cuales contribuye a una mejor comprensión de lo mental, y todas juntas parten de la base teórica que afirma que los seres humanos y aquellos ingenios a los que se atribuyen estados y procesos cognitivos son sistemas procesadores de información. Situamos los orígenes de la ciencia cognitiva en los antecedentes griegos y modernos, y su desarrollo y expansión en el giro cognitivo que ha dado la filosofía de la mente en las últimas décadas, principalmente con el desarrollo de la inteligencia artificial y la teoría del ensamblaje de las neuronas y su relación con los patrones de comportamiento. No olvidamos la alternativa de la enacción, que intenta conciliar el mundo como realidad objetiva y el mundo experienciado.

1. Estudio científico de la Cognición

Una ciencia, cuando se constituye como tal, busca articular, sistematizar e institucionalizar un conjunto de ideas y de prácticas, al tiempo que procura distinguirse de otras disciplinas, incluso de aquellas con las que guarda algún tipo de relación.

El objetivo es el reconocimiento, como tal disciplina, por parte de la comunidad científica y, en consecuencia, su aceptación y apoyo por la sociedad en general y por los grupos académicos en particular.

La presencia o aparición y el posterior desarrollo de una ciencia nueva es fruto, por tanto, de una historia interna y de una historia externa, sin entrar ahora a precisar cuál de los dos tipos de historia cumple un papel genéticamente principal en su constitución. Es muy probable que si en la constitución de una ciencia, la historia interna ha sido decisiva, en su aparición y presencia y, sobre

todo, en su aceptación por la comunidad científica, la historia externa, social e institucional, ha debido ser determinante.

Pretender atribuir a una ciencia identidad disciplinaria de una vez y para siempre no responde a la verdad. Las diversas disciplinas científicas han sufrido, en el transcurso de su desarrollo constitutivo, un largo proceso de transformación, de cambios y de modificaciones, en función de las circunstancias históricas y culturales específicas.

Toda disciplina aspira, como es lógico, a definir su marco epistémico, constituido por el paradigma epistémico y por el paradigma social, pero, hasta que una ciencia logra definir ese marco, se necesita tiempo.

En suma, toda ciencia necesita hallar su identidad cognitiva (paradigma epistémico: esquemas conceptuales, coherencia en sus orientaciones intelectuales, problemas y herramientas de investigación, etc), y su identidad social (paradigma social), dentro de una ordenación institucional superior.

Una ciencia no paradigmática, en el sentido kuhniano, que no posee un cuerpo definido de creencias y concepciones propias de un grupo científico (matriz disciplinar), al tiempo que soluciones típicas de problemas concretos que el grupo científico acepta como características de la teoría (ejemplares), se halla todavía en el estado precientífico.

Pero, una vez definido su marco epistémico, la ciencia en cuestión está sometida a cambios, algunos de los cuales llegan a ser tan profundos que afectan al propio marco epistémico. Es entonces cuando, en términos kuhnianos, se producirá una revolución científica que daría lugar a otro largo período de ciencia normal, constituido por el dominio de otro paradigma epistémico y social. Pero también pueden coexistir paradigmas rivales y programas de investigación en competencia, cada uno de los cuales orienta la investigación en una dirección determinada.

No vamos a entrar en la polémica de si la ciencia está en estado de revolución permanente (Popper) o si lo dominante son largos períodos de ciencia normal (como quiere Kuhn). Lo que sí importa subrayar en este momento es que la introducción de la historia en la filosofía de la ciencia, ha supuesto ver la historia de la ciencia, tanto cognitiva como no cognitiva (siempre que no se la considere un depósito de anécdotas o como una crónica), como la que "puede producir una transformación decisiva de la imagen que tenemos actualmente de la ciencia"[3]. De ahí que, junto a la identidad cognitiva y a la identidad social, sea necesario encontrar la identidad histórica de cada disciplina, reconstituyendo su pasado disciplinario, al cual todos los miembros de una comunidad científica están de acuerdo en pertenecer.

---

3 KUHN, Th. La Estructura de las Revoluciones científicas. México, FCE, 1979. p. 20.

Cuando una nueva disciplina emerge en el intento de resolver un conjunto de problemas, existe la necesidad de buscarle sus fundamentos históricos en los que apoyar sus investigaciones. Por dos razones: por el respeto intelectual que la propia disciplina pueda ganar y, sobre todo, como una protección contra la repetición de errores y contra la pérdida de penetración o perspicacia teóricas.
Esta identidad triádica debe ser el fundamento sobre el que se levante el edificio de cualquier ciencia nueva, cuya definición solo podrá lograrse en el curso de su propio desarrollo histórico.
Definir una ciencia tarda tiempo, porque la triple identidad de la que estamos hablando solo se logra al final de un largo trayecto, en cuyo curso se han ido estableciendo diferencias con otras disciplinas, integrando puntos de vista de disciplinas diferentes, se han producido reconocimientos institucionales, etc. En los tres niveles de formación de la identidad se pueden observar procesos de selección, de rechazo, de almacenamiento y de recuperación de orientaciones alternativas.
Pues bien, la ciencia cognitiva no es ajena a este triple propósito y, a pesar de que el objeto del que se ocupa (la cognición) ha sido tema de estudio desde los orígenes mismos del pensamiento occidental, no ha logrado, hasta tiempos recientes, si es que realmente lo ha logrado, encontrar, como decía Kant de la metafísica, el camino seguro de la ciencia.
No se puede afirmar, en efecto, que la ciencia cognitiva haya logrado ya su identidad cognoscitiva, tampoco su identidad social, y tal vez algo más su identidad histórica.
En este caso, la dificultad añadida de lograr este triple objetivo está en su carácter interdisciplinar e integrador de disciplinas que, como la psicología, la lingüística, la ciencia computacional, la filosofía, la epistemología, la antropología y la neurociencia, se han formulado preguntas semejantes sobre la naturaleza de la mente humana y han desarrollado métodos complementarios de investigación.
No obstante, a pesar de este carácter interdisciplinar e integrador, aspira a tener entidad propia y separada como ciencia. La pregunta es si un campo interdisciplinar puede confundirse con una ciencia. Al parecer, la historia demuestra que las ciencias han tendido más a diferenciarse que a agruparse y, tal vez por eso, algunos prefieren hablar de investigaciones cognitivas en lugar de ciencia cognitiva[4].
No estaríamos entonces ante una disciplina, sino ante un canal que nos permitiría reconocer y manejar intereses comunes a psicólogos cognitivos, a investigadores en I.A., a lingüistas, a filósofos y a otros estudiosos que tratan de comprender la mente humana, y cuyos antecedentes nos permiten remontarnos al propio Sócrates.

4 RASTIER, F. "Sémantique et recherches cognitives". Paris, PUF, 1991. p. 20

La identidad disciplinar no implica necesariamente simplicidad. El objeto de la ciencia cognitiva, que globalmente podríamos definir como el estudio de los sistemas cognitivos (naturales o artificiales, humanos o no humanos), es lo suficientemente complejo y amplio como para que pueda ser estudiado de forma aislada por disciplinas particulares. Nos encontramos, como dice Norman[5], ante una disciplina que ha nacido de la convergencia de intereses entre todos aquellos que se plantean el estudio de la cognición desde puntos de vista diferentes.

Es cierto que no ha existido una ciencia cognitiva que haya tenido por objeto específico la cognición humana, pero es de justicia reconocer que la filosofía, desde el origen, ha hecho de la cognición su objeto preferente de investigación. Sin embargo, hoy día se requiere algo más que un tratamiento meramente teórico acerca de lo que es y cómo funciona la mente humana. Se hace necesaria una ciencia cognitiva, cuya meta sea la comprensión de todos los mecanismos que intervienen en la cognición, porque estamos ante un complejo sistema (la mente humana), que recibe, almacena, recupera, transforma y transmite información. La nueva ciencia precisará más herramientas de las que puedan exigir cada una de las disciplinas, para las que la cognición constituye solo un capítulo, por importante que éste sea.

A este respecto, la ciencia cognitiva no es todavía una ciencia constituida, no posee aún un marco epistémico definido, puesto que ello exigiría una estructura teórica general junto con el desarrollo de nuevos procedimientos, de nuevos métodos y de nuevas técnicas experimentales. Lo que sucede es que, al pretender ser la nueva ciencia de la cognición en general, y dada la complejidad de la tarea, la ciencia cognitiva podrá tener a su disposición una variedad de métodos que van desde la simulación por computador a la observación natural, desde el registro de impulsos eléctricos del cerebro a la ejecución de análisis lingüísticos, y desde usar lógicas no monotónicas a los tiempos de reacción y protocolos verbales.

Disponer de un buen método se ha considerado siempre esencial a la hora de dar carácter de naturaleza a una ciencia, porque ello determina no solo el tipo de preguntas que nos podemos formular, sino también a qué tipo de cuestiones podemos aspirar a responder. Pues bien, se ha producido de un tiempo acá un desarrollo en la metodología computacional dominante, en las teorías y técnicas de procesamiento de la información y en la investigación de la estructura y funcionamiento neuronal, que está conduciendo a lo que estamos llamando ciencia cognitiva, porque nos aproximamos a problemas, tradicionalmente intratables desde una perspectiva científica.

Un diálogo fuerte entre científicos que trabajan en tradiciones diferentes, que utilizan diferentes metodologías y que parten de supuestos diferentes, es el que

5 NORMAN, D.A. "Perspectivas de la ciencia cognitiva". Barcelona, Paidos, 1987. p. 13

permitirá demarcar los problemas de esta disciplina y ofrecer las soluciones más adecuadas. Nos hallamos ante un campo (la cognición) en el que los reduccionismos, aunque deseables, tal vez no sean los que, por ahora, nos proporcionen la explicación mejor fundada.

Si los mecanismos o reglas mediante los cuales funcionan los sistemas cognitivos son muy variados, habrá que estudiar aquellos que son específicos del funcionamiento cognitivo: los que actúan, por ejemplo, en las reglas del lenguaje, los que intervienen en los principios biológicos relevantes para la cognición, los de los sistemas de procesamiento de símbolos físicos, etc., como algo vital para la ciencia cognitiva.

El reciente y rápido desarrollo de la teoría de la información y de la ciencia del ordenador ha situado el núcleo de la ciencia cognitiva en torno al modo como los estados mentales procesan la información. La mente se convierte en un sistema de procesamiento de la información, con independencia del sustrato físico de la misma (materia orgánica o silicio), aunque no parece que se puedan ignorar las bases biológicas de la cognición.

No queremos prejuzgar si un artefacto mecánico o un cerebro es una mente. Este problema constituye, por sí solo, un programa amplio de investigación y nos llevaría nada menos que a la ontología misma del pensamiento, es decir, al estudio de la naturaleza de los estados y procesos psicológicos y su relación con los estados y procesos físicos.

No vamos a desarrollar todavía la tesis del cognitivismo, cuyo principal modelo es la teoría computacional de la mente, porque constituye una de las etapas más importantes del desarrollo de la ciencia cognitiva moderna, y nos referiremos a ella un poco más adelante. Pero en el intento de aproximarmos a una delimitación y definición de la ciencia cognitiva, sí debemos dejar constancia de que uno de sus temas centrales parece ser el papel que la computación y la manipulación de símbolos desempeñan en la cognición. Se parte, en efecto, del hecho de que la esencia misma de un sistema cognitivo es ser un sistema procesador de símbolos, y en esto coincidirían hombres, animales y máquinas. Por tanto, representación y computación parecen constituir, según Newell, la base de la ciencia cognitiva. A este respecto, una definición de ciencia cognitiva sería "el estudio de la inteligencia y sus procesos computacionales en los humanos (y animales), en los computadores y en abstracto"[6]. O, de un modo más amplio, "como el dominio de investigación que intenta estudiar los sistemas inteligentes y la naturaleza de la inteligencia. Hemos aprendido que la inteligencia no es cuestión de sustancia, sea protoplasma o cristal o alambre, sino de formas que la substancia toma y de procesos por los que pasa. En la raíz de la inteligencia hay símbolos, con capacidad denotativa y susceptibles de

6 SIMON, H.A. and KAPLAN, C. A. Foundations of cognitive science. (En POSNER, M.I. (Ed). Foundations of cognitive science. Cambridge, The MIT Press, 1989. p. 2).

manipulación. Y los símbolos pueden fabricarse con casi todo lo que se puede disponer, diseñar y combinar. La inteligencia es mente implementada con cualquier tipo de materia diseñable"[7]

No se trata, por tanto, de una manipulación simbólica puramente formal, porque, tal vez entonces, quedarían disociados los símbolos de sus significados, riesgo que se presta a correr la ciencia del computador o una teoría computacional de la mente, al caer, en último extremo, en un solipsismo metodológico. La ciencia cognitiva debe aproximar el significado simbólico a través de la noción de representación, por medio de la cual mantenemos una relación con el mundo, característica ésta propia de los sistemas cognitivos biológicos, especialmente los humanos, cuyos sistemas de procesamiento de la información y cuyas relaciones representacionales solo pueden ser descubiertas por una investigación cuidadosa y creativa.

En resumidas cuentas, el objetivo último de la ciencia cognitiva será comprender tanto los procesos de información formal, con su capacidad para producir conductas significativas, a través de los procesos representacionales, como las posibilidades para su implementación física en cerebros o máquinas. El interrogante es si las propiedades físicas de una máquina o de un organismo imponen algún tipo de restricción a las informaciones que pueden realizarse y su rapidez. Los defensores de la mente computacional y del programa fuerte de I.A., como Fodor, Dennett, Pylyshyn, etc, no observan dificultades especiales a la hora de explicar los procesos cognitivos desde los procesos de simulación por ordenador; en cambio Searle (neurocientífico mentalista), y otros, como P.M.Churchland y el propio Rorty, nada sospechosos de defender posturas mentalistas, y situados, por el contrario, en la posición del materialismo eliminativo, consideran que hay algo (se refieren a la conciencia), que es difícilmente traducible a un programa de ordenador.

Su materialismo neurocientífico no les lleva a identificarse con un naturalismo funcional, a pesar de que en un ordenador potente se puedan simular procesos y estados funcionalmente equivalentes a los que realiza un cerebro humano. Pero equivalencia no es lo mismo que identidad. P.M.Churchland va a defender, en última instancia, una teoría neurocomputacional de la mente que, a través del modelo conexionista, integre y asimile la actividad cerebral y la actividad de un ordenador.

La ciencia cognitiva tiene una relación simbólica con la neurociencia y con la ingeniería electrónica. Como ciencia básica del procesamiento de la información pretende descubrir los principios generales y fundamentales de ese procesamiento. Junto con el estudio del procesamiento de la información, y en consonancia con él, la inteligencia, el pensamiento y la cognición son temas actuales para la ciencia cognitiva, cuyo objetivo sería, a juicio de Simon y Kaplan, el

---

[7] o.c. p. 26

estudio de la inteligencia y de los sistemas inteligentes, con una referencia particular a la conducta inteligente como computación, sin olvidar que, además, la cognición humana se produce dentro de un sujeto personal que vive en una cultura y sociedad.

Tanto las estructuras cerebrales como los factores culturales y sociales determinan nuestras acciones y, por consiguiente, comprender los procesos cognitivos es comprender esos aspectos y la forma como interactúan. Si la I.A. puede ayudar y ayuda, de hecho, a la comprensión de la cognición humana, debemos seguir cuestionándonos hasta qué punto la I.A. es capaz de compartir el mismo conocimiento cultural y social o crear su propia base cultural para ser verdaderamente creativos y comunicativos[8].

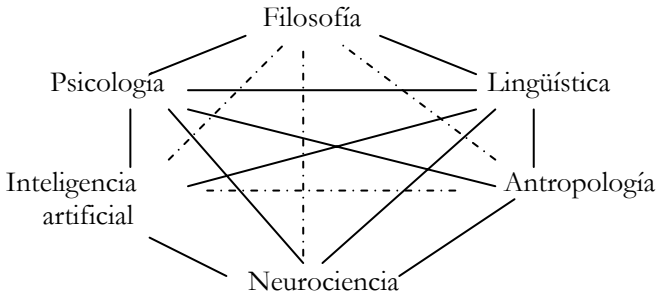
La conciencia, los qualia, la semántica de nuestros sistemas de comunicación y de representación, la creación de cultura, la organización social, la memoria, la percepción y el aprendizaje, son retos a cuya explicación debe enfrentarse hoy la ciencia cognitiva desde la pluridimensionalidad de perspepctivas que la configuran y que, lejos de ser un obstáculo para su definición, constituyen una de sus virtudes.

La cognición en general y la cognición humana en particular, por ser un fenómeno complejo, su investigación exige aproximaciones especiales, diferentes y complementarias. Una visión completa de la cognición debe tener representados todos los niveles. Conocer qué es la ciencia cognitiva implica conocer qué disciplinas han colaborado a su formación, porque saber qué es la cognición supone conocer las bases biológicas y neurológicas (neurociencia), matemáticas y cibernéticas, filosóficas (lógicas y epistemológicas), psicológicas (psicología cognitiva y experimental), antropológicas, lingüísticas y socioeconómicos de los sistemas cognitivos.

La Fundación Sloan representó en 1978 esta contribución pluridimensional en el llamado hexágono cognitivo[9]:

8 NORMAN, D.A. o.c. pp. 13-14.

9 Las líneas continuas indican vínculos interdisciplinares fuertes; las discontinuas, vínculos interdisciplinares débiles



El diagrama delimitaba el campo dentro del cual debería actuar la investigación cognitiva. Los que se vieron dentro de ese campo, ocupando una posición nuclear o periférica, se sintieron muy halagados y les supuso un impulso vigorizante para seguir investigando en sus respectivas áreas. No se llegó a un consenso y a una coincidencia respecto al conjunto de premisas y de métodos comunes a todos ellos. Por eso, la comunidad de científicos ofreció resistencia a aceptar dentro de sí una nueva disciplina que tuviera la categoría de ciencia constituida, ya que cada área intentaba imponer su paradigma predilecto al campo total. Ningún agente externo, aunque sea tan poderoso como la Fundación Sloan, es capaz, por sí solo, de fundar una ciencia. Es necesario el acuerdo acerca de la dirección de la investigación que facilite la constitución de una comunidad de científicos, tal como ocurre, por ejemplo, con la física atómica o la biología molecular.

Nos encontramos, más bien, ante un proyecto de investigación y ante una filiación de disciplinas que ante una disciplina propiamente tal. El proceso de constitución continúa todavía y no por ello es menos apasionante. Sucede que cada una de esas disciplinas responde a la pregunta de qué es la mente y la cognición desde su propio interés específico más que desde el campo total, a falta de haber consensuado una formulación comunitaria. Sin embargo, la propia denominación, ciencia cognitiva, indica que el estudio de la mente es en sí mismo un proyecto científico[10], en el que predomina todavía hoy la diversidad más que el acuerdo, a pesar de que ciertas voces participantes en el mismo adquieren más fuerza que otras en diferentes períodos de tiempo. Resulta difícil prever cuál será su desarrollo futuro, ya que los historiadores modernos de la ciencia (Koyré, Kuhn) creen que la imaginación científica cambia radicalmente con el tiempo.

10 VARELA, F.J. y otros. The embodied mind. Cognitive Science and human experience. Cambridge, The MIT Press, 1991. p. 4

Para los representantes de la Fundación Sloan, sin embargo, lo que justificaba la existencia de este campo total (la ciencia cognitiva) era un proyecto de investigación común a todas las disciplinas cognitivas: "descubrir las capacidades representacionales y computacionales de la mente y su representación estructural y funcional en el cerebro"[11].

La pregunta que queda en el aire es si una relación interdisciplinar puede constituir una disciplina nueva, provista de un objeto nuevo.

La paradoja y a la vez el desafío de la ciencia cognitiva es cómo conciliar áreas tan dispares como la antropología respecto a la I.A., o la I.A. con la neurociencia, ésta con la filosofía, etc. Si el objeto de la ciencia cognitiva, tal como lo planteó la Fundación Sloan, sigue siendo el estudio de la representación y de la computación y su posible representación estructural y funcional en el cerebro, la tarea de los científicos cognitivos y de otros científicos tendrá que ser construir o descubrir puentes que conecten a su disciplina con las vecinas, principalmente con la neurociencia, por abajo, y con las ciencias culturales (antropología), por arriba. Mientras no sea posible, si es que es posible, nos hallaremos ante una ciencia incompleta y dispersa.

La ciencia cognitiva parece sentirse segura en el ámbito de la I.A., de la psicología cognitiva, de la lingüística y de la filosofía, pero cuando el problema de la cognición lo abordamos desde la neurociencia y desde su dimensión cultural y social, por poner los dos extremos, las dificultades crecen, a pesar de intentos recientes por conciliar los aspectos neurales con los computacionales y los filosóficos, tal como se pone de manifiesto en la obra de los Churchland[12].

Antes de entrar a describir los antecedentes históricos remotos de la ciencia cognitiva y de detenernos en las etapas más recientes de su constitución, me gustaría señalar que nos encontramos ante un campo, cuyo programa fundamental de investigación se lo ha proporcionado la filosofía clásica a raíz de su preocupación por los problemas epistemológicos. El conocimiento, su naturaleza, su génesis, su desarrollo, los factores psicológicos, biológicos y sociales que lo determinan, la relación del conocimiento con los diferentes niveles de representación: imágenes, pensamiento, palabras, etc. Todo este vasto campo ha sido recogido por la ciencia cognitiva y lo ha convertido en objeto de un proyecto científico, cuyo tratamiento pretende ajustarse a los cánones normativos impuestos por el método científico, con las técnicas ad hoc de cada nivel o dominio de la ciencia cognitiva.

---

11 Sloan Foundation. "Cognitive Science", 1978. Informe del State of Art Committee, New York, p. 6.

12 CHURCHLAND, P.S. Neurophilosophy: toward a unified understanding of the mind/brain. Cambridge, The MIT Press, 1986. CHURCHLAND, P.M. Neurocomputational Perspective. The Nature of Mind and the Structure of Science. Cambridge, The MIT Press, 1989.

Es distinto el nivel de tratamiento antropológico de un problema, como el lenguaje y su capacidad representacional, que el nivel neural, o computacional, o psicológico, o filosófico, pero únicamente en la interconexión de tales niveles podremos hallar una descripción adecuada del problema que nos ocupa.

Las fronteras que limitan cada una de las disciplinas cognitivas deben hacerse más permeables, sin miedo a su desaparición o a su absorción por la ciencia cognitiva. De la misma manera que la bioquímica, o la físicoquímica no ha hecho desaparecer ni a la biología, ni a la química, ni a la física.

Nadie pone en duda hoy día los progresos que se han llevado a cabo en la explicación de aquellos temas que preocuparon a Platón, a Aristóteles, a Descartes, a Kant, a los fenomenólogos, y ello se ha debido principalmente a los procedimientos científicos utilizados por las diversas disciplinas cognitivas a la hora de estudiar alguno de aquellos problemas.

El conocimiento de la mente sigue teniendo todavía áreas sombreadas y estamos lejos, por tanto, de acabar con todos los problemas científicos que plantea el conocimiento de la mente. Pero la historia de la ciencia nos permite ser optimistas respecto al futuro del desafío cognitivo, aunque solo en la medida en que se superen los escepticismos necesarios y las limitaciones que el propio proceso de investigación plantee, y comience a verse claro que las diferentes aproximaciones tienen un carácter complementario, que obliga a las próximas generaciones de científicos a tener una preparación distinta, basada en el conocimiento de algunas disciplinas mejor establecidas.

2. Antecedentes históricos

Nihil novum sub sole. Este aforismo es aplicable de pleno a la ciencia cognitiva. Lo hemos indicado anteriormente. Los temas que estudia han tenido su raíz y su fundamento teórico en los tratamientos históricos particulares de la filosofía de la mente y de la psicología filosófica.

La historia del pensamiento contiene, desde el origen, las primeras aproximaciones hacia una explicación completa de la mente y proporcionan paralelismos con gran parte del trabajo que se realiza en la moderna ciencia cognitiva. Ha habido incluso momentos en los que los temas de la mente se han convertido en el núcleo fundamental en torno al cual se ha hecho girar la reflexión filosófica (Ockham, Descartes, Leibniz, Hobbes, Locke, Hume, Kant, los fenomenólogos, principalmente Husserl y Merleau-Ponty, la psicología, la filosofía analítica).

El viraje hacia el sujeto de conocimiento que se produjo en la filosofía moderna hizo que los temas de investigación y de reflexión se centraran en el conocimiento de la naturaleza humana, con especial dedicación al análisis de la estructura, del funcionamiento y de los contenidos de las facultades de conocimiento humano. Se aspiraba a construir una ciencia del hombre que fuera,

como dice Hume[13], "la única fundamentación sólida de todas las demás". Hume pretendía que esa ciencia, a la que quería convertir en un sistema completo de las ciencias, se edificara sobre un fundamento casi enteramente nuevo, basado en la experiencia y en la observación.

El propósito de realizar un estudio científico del hombre, y en concreto de la mente humana, no es, pues, patrimonio exclusivo de la ciencia cognitiva actual. Ya en la antigüedad, pero sobre todo en la época moderna, nos encontramos con tratados que se dedican a estudiar, de modo expreso, algunos de los temas centrales de la ciencia cognitiva. Sirvan como ejemplos, el Fedón y el Menón de Platón, el De Anima y el De Interpretatione de Aristóteles, Las Regulae...., el Tratato del hombre, el Tratado de las pasiones, y las Meditaciones Metafísicas de Descartes, El Ensayo sobre el Entendimiento humano de Locke, Los Nuevos Ensayos sobre el Entendimiento humano de Leibniz, el Tratado de la Naturaleza humana de Hume, La CRP de Kant, Las Investigaciones Lógicas y las Meditaciones Cartesianas de Husserl, La Fenomenología de la Percepción y la Estructura del Comportamiento de Merleau-Ponty, La Filosofía de la Psicología de Wittgenstein, etc, el estudio del lenguaje en la Filosofía Analítica, el Positivismo Lógico y la psicología conductista, la revolución cognitiva en psicología y la vuelta hacia el paradigma mentalista de origen racionalista. Son ejemplos que han desembocado en la configuración del programa de trabajo, de temas y cuestiones que están ocupando a los científicos cognitivos de orientación empírica.

En el transcurso de esta ya larga historia de la ciencia cognitiva se han ido encontrando nuevos caminos de aproximación a los problemas acerca de la naturaleza del pensamiento y de la mente. No vamos a entrar en los detalles de estos antecedentes más remotos, pero sí creemos oportuno hacer una descripción de lo que consideramos históricamente más relevante de los mismos para, posteriormente, centrarnos en las etapas más recientes de su construcción.

2.1 Filosofía griega

En la cultura y filosofía griegas el hombre era definido como un ser racional. El ser racional y el actuar racionalmente eran signos inequívocos del hombre. La racionalidad era el ideal más sublime al que podía y debía aspirar todo hombre. Toda acción debía estar supeditada al control y al imperativo de la razón.

Por otro lado, la racionalidad del hombre pertenecía a una dimensión suprafísica o metafísica de lo humano, de un valor incalculablemente superior a la realidad material. Constituía la naturaleza esencial específica del hombre o lo que Aristóteles llama la forma substancial o entelequia. A pesar de que los

13 HUME, D. Tratado de la Naturaleza Humana. Tomo I. Madrid, Ed. Nacional, 1977. p. 81.

griegos tenían pruebas sobradas de la irracionalidad del comportamiento humano seguían aferrados a la idea de que el hombre era lógico y racional. Aristóteles llegó a construir, en su Organon, una ciencia (la lógica), en la que se definían las leyes del pensar. La lógica no era una parte de la filosofía, sino el pórtico para cualquier forma de saber.

Era necesario conocer la manera como formamos los conceptos, cómo y que tipos de juicios o enunciados proposicionales formulamos, los tipos de razonamiento válidos y la relación de esas diferentes formas de representación con los contenidos. A esas leyes se las consideraba universales y comunes a todos los hombres que piensan. Eran reglas del pensar que tenían un carácter puramente formal. Leibniz dirá también, más tarde, que el pensamiento es una forma de razonamiento formal, y Hobbes, que el pensamiento es un tipo de cálculo con símbolos no numéricos.

Muchos científicos cognitivos adoptaron al comienzo (J. Bruner, H. Simon y A. Newell, Piaget, etc) este modelo lógico, hasta el punto que Piaget sostendrá que el niño desarrollado razona siguiendo principios lógicos y las diferentes etapas por las que transcurre el desarrollo intelectual son estadios caracterizados por el funcionamiento de una lógica de complejidad creciente.

Y, sin embargo, estudios empíricos recientes, principalmente los llevados acabo por Johnson-Laird, han demostrado que no siempre el hombre, cuando se encuentra frente a un problema, razona siguiendo las leyes de la lógica, lo cual no significa que actúe de modo irracional. Simplemente que la lógica que estudian y definen los lógicos tiene una aplicación muy limitada en el modo de razonar en el mundo real.

El modelo lógico-racional, la fe en la razón y el ideal de racionalidad no terminaron con sus protagonistas griegos, sino que se continuaron y, en algunos casos, se acrecentaron a lo largo de la historia.

2.2 Pensamiento moderno y contemporáneo

Centrándonos en la época moderna, resulta inevitable referirse a la figura con la que no solo se inaugura el pensamiento moderno (Descartes), sino también con el que se inician, en profundidad, los debates acerca de las relaciones mente/cuerpo, espiritualismo/mecanicismo, lenguaje/pensamiento, representación mental/contenido extramental, el origen innato de las ideas, el funcionamiento de los procesos cerebrales, la imposibilidad de simular la mente en un artefacto, sea orgánico o inorgánico, temas todos ellos de plena actualidad en la ciencia cognitiva.

El pensar, para Descartes, sigue constituyendo la esencia del hombre. Proclama el poder de la subjetividad: un yo que piensa, cuya existencia es independiente de cualquier cosa material (dualismo) y que puede ser estudiado con independencia de la realidad. La mente, el pensamiento, la conciencia es el órgano de las ideas, que son innatas, de las representaciones, cuya conexión

con las cosas representadas no es necesaria. Podemos estudiar la mente con independencia de la realidad (solipsismo metodológico) a través de un proceso introspectivo. Su teoría representacional de la mente le lleva a separar dos ámbitos de realidad claramente incompatibles: uno tratable matemáticamente (el ámbito de la materia, en el caso del hombre, el cuerpo=mecanicismo), y el otro (el pensamiento) no susceptible de ser tratado ni experimental ni matemáticamente, pero, por contra, es el ámbito que define al hombre substancialmente.

La filosofía cartesiana se presenta, pues, como una filosofía de compromiso, que oscila entre las exigencias de la explicación científica, que nos lleva al reino de la materia, y las exigencias de la moral y de las creencias, que le llevan a definir el pensamiento como un tipo de realidad radicalmente opuesto a la materia[14].

Así pues, el escepticismo representacional, el solipsismo metodológico y el dualismo cartesiano, han tenido una enorme influencia en la historia del pensamiento sobre la mente. Y, desde luego, estos tres aspectos están perfectamente representados en la ciencia cognitiva. Son legados de Descartes.

Paradógicamente, las tesis empiristas van a continuar, de alguna manera, el paradigma mentalista propuesto por Descartes, aunque, desde otro punto de vista, van a dar lugar a la justificación del movimiento psicológico opuesto: el conductismo.

El primero, cuando Locke reafirma en el Ensayo sobre el entendimiento humano la tesis mentalista de las representaciones mentales y el carácter privado y personal de las mismas, inaccesibles a la observación directa de una tercera persona. En el Ensayo, L. III, cap. II, 1, dice que "los pensamientos no pueden manifestarse por sí solos, permanecen escondidos a las miradas de los demás". De ahí surgió la necesidad de crear unos signos sensibles (las palabras) para comunicar nuestros pensamientos a los demás y darlos a conocer. Con las palabras, pues, nos referimos a las cosas a través de los procesos de representación (las ideas), que constituyen la significación de las palabras. No obstante, Locke niega el carácter innato de las ideas y hace esfuerzos por establecer vínculos entre los contenidos de la mente y el mundo de las cosas.

Hume, como Descartes, participa del escepticismo representacional y defiende un fenomenismo psicológico tal como se pone de manifiesto en un célebre pasaje del Tratado, Parte I, Secc. II, 7, donde dice que las impresiones de la sensación surgen "originariamente en el alma de causas desconocidas", y en la

---

14 "... mientras que si sabemos cuánto difieren (el alma de los hombres y de los animales), se comprenden mucho mejor las razones que prueban que la nuestra es de una naturaleza enteramente independiente del cuerpo y, por tanto, no está sujeta en modo alguno a morir con él; además, como en modo alguno se ven otras causas que la destruyen, uno se siente inclinado a juzgar, naturalmente, que es inmortal". DESCARTES, R. El Discurso del método. Madrid, Alhambra, 1986, 5ª parte, párrs. 462-468.

Parte III, Secc.V, 84, dirá que la causa última de las impresiones procedentes de los sentidos es, en su opinión, "perfectamente inexplicable por la razón humana". Además, a Hume no le interesa saber la explicación causal de los fenómenos de conciencia, lo que le interesa es la experiencia personal de su impresión o de su correspondiente idea, con lo cual reafirma también, como Descartes, el solipsismo metodológico, según el cual podemos estudiar los estados mentales sin prestar ninguna atención al mundo externo que representan y sin asumir que existe.

No se niega su existencia, simplemente se la ignora. El único acceso posible será a través de la creencia, del hábito y del sentimiento, carentes de toda justificación demostrativa.

Finalmente decir que el conductismo tuvo también sus antecedentes en el empirismo a partir del concepto de asociación, que es un proceso puramente psicológico, que se inaugura con Locke y adquiere su máxima expresión en Hume.

Frente al optimismo mentalista cartesiano, de tipo dogmático, y al probabilismo cuasiescéptico de Hume, Kant, interesado y obsesionado por ofrecer un fundamento epistemológico sólido al conocimiento, inicia la explicación del modelo de conocimiento desde un supuesto previo: someter a juicio la propia facultad de conocimiento, hacer de la CRP un canon de la facultad de conocer, como condición para saber cuál es su alcance y cuales sus limitaciones. Quiere determinar lo que podemos y lo no podemos conocer y cómo y por qué. Su objetivo es únicamente éste: cuáles son nuestros poderes cognitivos, si los tenemos, para ser capaces de producir conocimiento.

Trató de demostrar que poseemos la materia prima necesaria para la adquisición del conocimiento, pero el yo tiene que poner en marcha una actividad capaz, no de crear, pero sí de construir el objeto de conocimiento. La revolución copernicana de Kant ha consistido en cambiar la cuestión fundamental de la epistemología, "cómo nuestras ideas se conforman a los objetos", por "cómo los objetos se rigen por nuestro conocimiento".

El pensamiento depende de la mente, no de los objetos. El yo pienso, como unidad trascendental de la conciencia, es la condición de todo conocimiento, pues debe ser capaz de "acompañar a todas mis representaciones" y, sin embargo, no puede ser objeto de experiencia, a pesar de que la psicología racional se empeña en aplicarle la categoría de substancia a través de un silogismo falaz, que utiliza los términos de sujeto y substancia en dos sentidos diferentes[15]

El idealismo trascendental kantiano es, no obstante, un idealismo atenuado, compatible con un realismo empírico que lo limita, claramente diferenciado de aquel otro idealismo, cuyo objetivo es la reducción, por elevación, de todo a lo

15 KANT, I. Crítica de la Razón Pura. Madrid, Alfaguara, 1978. B406-407, y B410-411.

mental, tal como ocurre, aunque por razones distintas, en el caso del idealismo subjetivo de Berkeley, y del idealismo objetivo de Hegel.

No quiero terminar este repaso de los antecedentes históricos sin referirme, aunque sea también de manera breve, a dos pensadores que, a mi juicio, han contribuido notablemente a la orientación y reformulación de los problemas de la ciencia cognitiva moderna. Me estoy refiriendo, por un lado, a Husserl y, por otro, a Wittgenstein.

A juicio de H.C.Dreyfus[16], Husserl pasa por ser reconocido por el primero que ha plantado una teoría general del papel de la representación mental en la filosofía del lenguaje y de la mente, y el padre espiritual de la investigación actual en psicología cognitiva y en I.A.

En efecto, con los principales representantes de la Teoría Representacional de la Mente (TRM), como por ejemplo Fodor, está de acuerdo en oponerse a una psicología naturalista. Husserl, con su teoría fenomenológica trascendental y a partir del concepto de epojé fenomenológica, proclama la independencia de la mente respecto a la realidad natural. Según Husserl, cada uno de nosotros tenemos un tipo de conocimiento de primera persona, a partir de rasgos intrínsecos esenciales de la mente o conciencia, que es independiente de la verdad o falsedad de nuestras creencias sobre el mundo. En Husserl, el conocimiento de nuestra representación de la realidad es anterior al conocimiento de la naturaleza de la realidad, ya que nuestro acceso a la realidad es solo a través de nuestras representaciones.

Tanto Husserl como Fodor, no creen necesario ofrecer una teoría naturalista sobre cómo tienen lugar actualmente los procesos mentales en las mentes humanas o cerebros. Su propósito es hacer un análisis general abstracto de lo que se halla implicado en los diferentes tipos de actividades mentales, análisis que se aplicará con igual validez a cualquier entidad capaz de este tipo de actividad mental.

A la teoría fenomenológica de la mente y a la teoría representacional de la mente les interesan casi exclusivamente los contenidos internos de las representaciones mentales, que pueden explicarse sin referencia a cosas extramentales, simplemente como relaciones entre esas representaciones mentales (o noemas). Ignoran, de hecho, las relaciones de la mente con el mundo y se focalizan sobre los noemas o representaciones y las relaciones entre ellos. A este sistema de representaciones mentales es a lo que llamará Fodor lenguaje del pensamiento y coincide con la descripción de Husserl acerca de los noemas, cuyas relaciones son de la misma naturaleza (sintáctica y semántica) que las que caracterizan a un lenguaje natural.

---

16 DREYFUS, H.C. Husserl, Intentionality and cognitive Science. Cambridge, The MIT Press, 1983. p. 2.

El pensamiento humano no es puramente formal y computacional. Las propiedades semánticas inherentes a nuestras representaciones mentales es lo que haría, según Husserl, que la I.A. fuera artificial, al ser solo formal y carente, por tanto, de lo que es verdaderamente mental. Si esto fuera así, cosa que es discutible, el computacionalismo sería falso como teoría de la mente. Husserl quiere dejar muy claro que su interés y familiaridad por la lógica y la matemática no le constriñe a una descripción fenomenológica que sea puramente sintáctica. Husserl, en última instancia, pretende rescatar la dignidad de un sujeto que, en un recortado naturalismo y objetivismo, se olvida del sentido total del mundo de la vida. Por eso, propone como tarea de la fenomenología intencional estudiar el espíritu en cuanto espíritu desde una experiencia sistemática y desde la ciencia.

De Wittgenstein interesaría subrayar dos aspectos: su concepción del lenguaje y la defensa de la autonomía de lo psicológico.

El Wittgenstein del Tractatus todavía aspiraba a crear un lenguaje universal bajo una forma lógica. El lenguaje era como un a priori desde el que se podían establecer las condiciones de posibilidad de todo enunciado dotado de sentido sobre estados de cosas, de modo que los límites del lenguaje son los límites del mundo[17].

El Wittgenstein de las Investigaciones Filosóficas, en cambio, inicia un análisis sociológico del lenguaje ordinario a fin de describir las reglas conforme a las cuales se constituyen los juegos del lenguaje como formas concretas de vida. Ahora, la distinción entre semántica y pragmática es algo abstracto. La comprensión del lenguaje implica un sentido práctico, no consiste en la aprehensión pura de símbolos, sino en la capacidad de seguir una comunicación.

Wittgenstein renuncia finalmente a una visión naturalista, cuya exigencia era la de construir un lenguaje universal, y el abandono de este monopolio lingüístico deja espacio libre al pluralismo de los lenguajes naturales, que permiten situar la realidad en diversos mundos de vida. De una concepción sintáctico-formal del lenguaje pasa a una concepción en la que la experiencia sociológica y cultural de práctica y de uso adquiere ahora la condición de posibilidad del lenguaje mismo. La esencia del lenguaje se encuentra, pues, en la forma viva de hablar y es estudiado como habla humana, sometido, por tanto, a un proceso de aprendizaje, en el que el significado se refiere a actos de uso concreto, a situaciones y a personas.

En segundo lugar, tal vez nadie haya ido tan lejos como Wittgenstein en afirmar la autonomía e independencia de lo psicológico y lo fisiológico. No existe una relación causal entre lo cerebral y lo mental. El origen neurofisiológico de nuestros estados mentales no es razón suficiente para hacerlos casualmente dependientes ni para pensar en un paralelismo psicofísico. Se pueden dar pro-

17 WITTGENSTEIN, L. Tractatus Logico-Philosophicus. Madrid, Alianza, 1973. 5.6.

cesos causales entre fenómenos psicológicos, sin que se interponga nada fisiológico. El funcionamiento de la mente humana no está determinado unívocamente por la estructura física del cerebro. Sorprende, sin embargo, en Wittgenstein esta separación epistemológica psicofisiológica cuando, en realidad, se opone al valor de los mecanismos explicativos que utilizan los psicólogos. Su antifisicalismo se desdobla en un antimentalismo radical, porque su anticausalismo le lleva a rechazar toda hipótesis referente a los estados y procesos internos, ya sean físicos o mentales.

A partir de este repaso histórico, tal vez deberíamos convenir con Fodor en llamar a la ciencia cognitiva "una empresa reincidente, porque se trata de un redescubrimiento de doctrinas familiares de la tradición epistemológica clásica, que va desde Descartes a Kant, pasando por Locke, Berkeley y Hume"[18].

Al ser uno de sus temas más importantes el de la representación mental y el de la computación, se la puede considerar como el punto culminante de una teoría de la mente, cuyos orígenes están en la epistemología clásica.

A estos antecedentes remotos les suceden otros más próximos, que constituyen la historia más inmediata de esta ciencia, que, a su vez, va a dar lugar a las etapas más recientes de su construcción. No es fácil hacer la historia de un acontecimiento que vive más el presente y el futuro que el pasado, por ser tan inmediato. En realidad, más que de etapas, hay que hablar de paradigmas que coexisten y rivalizan entre sí en el intento de explicar científicamente el problema de la cognición. Estos tres paradigmas son el Cognitivismo, el Conexionismo y la Enacción.

3. El Cognitivismo

En 1948 se celebró en el Instituto de Tecnología de California una reunión en la que un grupo de investigadores se propuso estudiar el influjo de los mecanismos cerebrales en la conducta. Pero, en seguida, el mismo planteamiento de los problemas le sugirió otros temas adyacentes, como la analogía entre el ordenador y el cerebro (el matemático J. Von Newmann), la manera como el cerebro procesa la información (W.McCulloch), pretendiendo establecer paralelismos entre el sistema nervioso y los procedimientos lógicos.

En la misma reunión, Lashley criticó a quienes hasta entonces habían impedido el surgimiento de la ciencia cognitiva.

A comienzos de siglo se iniciaron estudios acerca de aspectos importantes de la cognición, tales como el pensar, la solución de problemas, la naturaleza de la conciencia, el lenguaje, etc., pero se hicieron echando mano del método introspectivo, con poco o nulo fundamento científico.

---

18 FODOR, J.A. Introduction au problème de la répresentation mentale. En Les Etudes Philosophiques, juillet-septembre, 1992, pp. 301-302. (orig. 1987).

Este modelo fue muy pronto desechado por una escuela de psicología, que ha estado dominando los primeros cincuenta años de nuestro siglo, el conductismo, que surgió como una reacción contra el introspeccionismo y para el que únicamente la utilización de los métodos propios de las ciencias naturales podían dar a la psicología un estatuto verdaderamente científico. Eso exigía centrarse en el estudio de las aspectos públicos de la conducta como los únicos capaces de ser sometidos a ese proceso de control científico. Se tuvo que prescindir de temas tan importantes como la mente, el pensar, la imaginación, el lenguaje en su aspecto semántico y sintáctico, la memoria, etc, y de conceptos como deseo, plan, propósito, que escapaban a un control público.

El conductismo no sólo afectó a la psicología. Los filósofos pertenecientes al positivismo lógico (Ryle, Wittgenstein, Carnap, Neuraht, Schlick) pensaron que si se tenían que seguir utilizando conceptos mentalistas como conciencia, pensamiento, creencia, mente, etc, se tenían que redefinir en términos más objetivos, relativos a los movimientos observables públicamente del organismo o a los eventos en el entorno.

La adhesión al paradigma conductista se saldó, sin duda, con un precio excesivamente caro. Tanto que, como dice Gardner[19], estaba haciendo imposible el estudio científico de la mente.

Se partía de un supuesto equivocado como era que toda actividad estaba determinada por las condiciones ambientales, que ejercían un poder causal determinante sobre la conducta, sin que los procesos internos de organización desempeñaran ningún papel relevante. El ideal era descubrir aquellas leyes universales que descubren, predicen y explican las relaciones entre estímulos y respuestas. Pero nos hallamos, como dice Bunge, ante una psicología sin cerebro, en la que todo ocurre por medio de procesos mecánicos que tienen lugar entre las condiciones del medio y las reaccciones del organismo, utilizando como modelo el arco reflejo.

Existía verdadero interés en desvelar el misterio de la mente, en consonancia con el conocimiento que ya se comenzaba a tener de la materia física y de la materia viva. Pero, ¿se podía llegar a ofrecer una teoría de la mente, científicamente válida, prescindiendo de la actividad cerebral y de los procesos internos de organización? Los asistentes a la reunión del Instituto de Tecnología de California respondieron negativamente. Además, cuando se querían explicar conductas complejas se comenzó a observar que el modelo conductista no era válido. Y no lo era porque, para explicar las capacidades cognitivas complejas, no bastaba con prestar atención a los estímulos procedentes de fuera y a los movimientos o respuestas, sino que era necesario mirar al interior del organismo, a los procesos internos que median entre la percepción y la acción. Pero

19 GARDNER, H. La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolucion cognitiva. Buenos Aires, Paidos, 1987. p. 29

nadie se arriesgaba a lanzar una ciencia sobre la cognición, porque no se disponía de un modelo capaz de explicar los procesos internos que intervenían en la conducta.

Pues bien, a proponer tal modelo vino a contribuir la ciencia computacional. El software de un ordenador es un buen ejemplo de procesador de la información, aunque, tal vez, no resulte un modelo adecuado de la cognición humana, ya que, a su vez, la I.A. se nutre y se realiza desde el conocimiento de la inteligencia humana proporcionado por otras disciplinas, como la psicología, la lingüística, etc. Pero es cierto que la I.A. contribuye también a explicar y probar las teorías sobre la cognición humana. De este modo, el cognitivista, como dice Fodor[20], insiste con mucha frecuencia en la analogía entre las mentes y los ordenadores. La problemática referente a los temas del ordenador se ha mostrado, a su juicio, relevante para el estudio de la mente humana.

El cognitivismo ortodoxo (de Fodor y de Pylyshyn) tiene su origen en el auge de la lógica y de la matemática a finales del s. XIX y comienzos del XX, que contribuyeron, sin duda, a fundamentar la ciencia cognitiva. El positivismo lógico del primer Wittgenstein, Russell, Carnap, Frege, etc. contribuyó de dos maneras con el cognitivismo:

- creando las condiciones históricas para la concepción de los ordenadores, y
- proponiendo como ideal simbólico los lenguajes formales.

Pero los trabajos en lógica-matemática de los años 30, en especial los de A. Turing, fueron los que, de manera significativa, contribuyeron al nacimiento y desarrollo del cognitivismo. La conocida "máquina de Turing" se ha convertido en el marco a partir del cual se ha seguido investigando en todo lo referente a los problemas de la computación. Además, constituye el centro de discusión en todo lo referente a las relaciones entre lo psicológico y lo computacional. A pesar de ser un modelo abstracto y caracterizado por su simplicidad, Stillings dirá que es el artefacto computacional más poderoso pensable[21].

El entusiasmo de Turing le llevó a pensar que se podría construir una máquina capaz de simular cualquier respuesta que pudiera dar un ser humano. Como todos sabemos, una máquina programada pasa la prueba de la máquina de Turing si cualquier observador es incapaz de distinguir sus respuestas de las de un ser humano. A partir de aquí, se pensó que cuanto mejor se conociera el funcionamiento de la mente humana mejor se podría diseñar una máquina computadora que operara de forma idéntica.

En 1943, W. McCulloch (neurofisiólogo y neuropsiquiatra) y W. Pitts (matemático) publican un artículo, A logical Calculus of the Ideas Inmanent in Nervous Activity (Bulletin of Mathematical Biophysics, 5, pp.115-133), en el que

---

20 FODOR, J.A. o.c. p. 320

21 STILLINGS, N.A. y otros. Cognitive Science. An Introduction. Cambridge, The MIT Press, 1987. p. 323.

conciben el cerebro humano como una máquina computadora cuyas operaciones podían concebirse por semejanza con las operaciones de la lógica. Al igual que ellos, A. Wiener, en su obra Cybernetics (1948), afirmó que existían paralelismos decisivos entre el organismo vivo y las nuevas máquinas de la comunicación. Al funcionalismo de la máquina se le consideraba el modelo más simple para dar cuenta de las relaciones entre estados psicológicos y biológicos.

Un tercer momento decisivo lo constituye C. Shannon, a quien se le atribuye la creación de la teoría de la información. Se propuso representar en circuitos electrónicos las principales operaciones del pensamiento. La información es independiente de la materia y, además, es simplemente información, ni materia ni energía, con lo cual se pudo concebir a los procesos cognitivos con independencia de toda materialización concreta de los mismos.

Las bases de la ciencia cognitiva estaban echadas y las ideas de estos autores eran objeto de permanente discusión en reuniones e instituciones generalmente al margen del ambiente curricular, en el que se veía con extrañeza el auge que estaba tomando el nuevo campo, porque contravenía los modelos en los que se estaba trabajando: la psicología conductista, la lingüística estructural y la neurofisiología del aprendizaje animal.

Estos tres momentos definen una problemática que todavía hoy tiene plena vigencia y cuyos polos serían, como dice Rastier[22], los siguientes:

- Estructura - Mente - Máquina de Turing
- Arquitectura - Cerebro - Circuito Electrónico

La nueva perspectiva sobre la cognición es, como puede observarse, materialista (McCulloch se preguntaba en el Symposium de Hixon, ¿por qué la mente está en la cabeza?) y mecanicista, porque se piensa en reproducir el funcionamiento de la mente y el cerebro en una máquina. Se está en la convicción de que nada fundamental separa lo biológico de lo artificial. Mente, cerebro y ordenador son los tres polos en torno a los cuales gira toda la problemática de la ciencia cognitiva.

El ordenador digital es el representante metafórico del cognitivismo. Con él se abandona la vieja metodología especulativa en el estudio de la mente y se la dota de una base experimental con la pretensión de simular informáticamente los procesos mentales y cerebrales en la medida que se los conoce.

Ahora bien, simular la conducta no es lo mismo que explicarla. Como dice Fodor[23], un fonógrafo puede simular perfectamente el habla humana, pero eso no significa que explique la producción del habla ni que el fonógrafo pueda

22 RASTIER, F. o.c. p. 27

23 FODOR, J.A. La explicación psicológica. Madrid, Cátedra, p. 167

hablar. Y no entramos en otros aspectos del habla que son mucho más exigentes (como la intencionalidad, la semántica y la sintaxis). El problema de la simulación plantea cuestiones metateóricas acerca de lo que entendemos por equivalencia funcional entre los estados y procesos de una máquina con respecto a los de un organismo. No es el momento de entrar en esta discusión. Digamos sencillamente que para que la simulación se produzca, tanto las respuestas de una máquina como los procesos de datos presentes en la conducta de la máquina se correspondan con los presentes en el organismo y que sean funcionalmente equivalentes.

No basta, pues, con la equivalencia de la conducta, sino que lo más definitivo es la equivalencia funcional de los procesos implicados en la producción de la conducta, con independencia de la materia de la que esté hecha la máquina. Pero, como dice Dennett, si yo viera a un ser callejeando por el mundo con una inteligencia (en la guerra de las galaxias, por e.) pensaría que estará local o remotamente controlado por un cerebro humano.

En el paradigma cognitivista, las investigaciones cognitivas tienen como tema recurrente el conocimiento, concebido como un proceso de representación a modo de una traducción simbólica.

La ciencia del ordenador mostró a los científicos que era posible explicar la conducta inteligente de un sistema complejo sin presuponer la inteligencia de sus componentes, empleando la idea de un sistema de procesamiento de la información y el modelo computacional de explicación[24].

Este modelo también demostró la posibilidad de analizar el significado en términos de estados funcionalmente interpretados de sistemas físicos. La mente es concebida, pues, como un sistema de procesamiento formal y de manipulación de símbolos de acuerdo con unas reglas, de las que depende su significado. La esencia del procesamiento de la información es codificar la información sobre el mundo, operar sobre esa información en alguna dirección que pueda ser caracterizada como significativa y estructurada como un conjunto de partes en interacción, funcionalmente organizada. El ordenador digital es un ejemplo perfecto de estas ideas y ha proporcionado la evidencia de que la ejecución inteligente puede ser el producto de un sistema físico de procesamiento de la información.

Para el cognitivismo, la cognición, incluida la cognición humana, es la manipulación de símbolos a la manera de los computadores digitales. Dicho de otro modo, la cognición es una representación mental y la mente manipula símbolos que representan rasgos del mundo o el mundo como siendo de alguna manera.

La palabra clave es la de representación y la concomitante de intencionalidad. Es un hecho incontrovertible para el cognitivista que la conducta inteligente

24 STILLINGS, N.A. y otros. o.c. p. 312

presupone algún tipo de habilidad para representar el mundo. Lo que resulta más difícil es cómo esas representaciones son físicamente realizadas en forma de un código simbólico en el cerebro o en una máquina.

Para algunos[25], el atractivo del cognitivismo o computacionalismo consiste en liberar el estudio científico y filosófico de la cognición de una dependencia completa de la ciencia neurofisiológica, porque al cognitivista le resulta irrelevante saber si esos procesos son realizados en una substancia inmaterial, en un tejido humano o en un circuito de ordenador. El modelo cognitivista hace, por tanto, abstracción de las realizaciones biológicas de las estructuras cognitivas. A veces se han aportado incluso razones acerca de la irrelevancia sustancial de la neurociencia en orden a una teoría general de la cognición[26]. Como si del análisis de la microestructura y de la microactividad del cerebro no se pudiera extraer una teoría acerca de la cognición.

De hecho, a este nivel, todos los neurocientíficos reconocen que la existencia de un sistema capaz de realizar transformaciones de la información de un nivel de gran profundidad, por medio de una arquitectura masivamente paralela, hace que sus operaciones de procesamiento y almacenamiento de la información sean muy diferentes de las de los sistemas artificiales inspirados en la manipulación simbólica gobernada por reglas.

Como dice Block[27], el modelo computacional tiene un profundo prejuicio antibiológico, pero es considerado por Pylyshyn[28] como el único mecanismo conocido, lo suficientemente plástico, para poderse comparar con la plasticidad de la cognición.

Su funcionamiento formal le otorga, a su juicio, un carácter de universalidad que permite a esa máquina el que pueda ser programada para realizar cualquier función formalmente especificada, al expresarse mediante sistemas simbólicos.

Podemos, pues, sacar la conclusión de que la computación es representacional y, por consiguiente, tiene un valor semántico. No parecería tener mucho sentido hablar de computación sin considerar las relaciones semánticas existentes entre las expresiones simbólicas. No hay computación sin representación. Ahora bien el nivel semántico de las expresiones simbólicas está determinado en un ordenador por la sintaxis; ésta es la que refleja la proyección semántica y

---

25 HALL, H. Naturalism, Schemas, and the Real philosophical Issues in Contemporary Cognitive Science. (En OTTO, H.R. and TUEDIO, J.A. Perspectives on Mind. Dordrecht, Reidel, 1988, pp. 239-240.

26 CHURCHLAND, P.M. Cognitive activity in artificial neural net-works. (En OSHERON, D.N. and SMITH, E.E. (Eds). An invitation to the cognitive science, v. 3: Thinking, Cambridge, The MIT Press, 1990. pp. 199-200.

27 BL0CK, N. The computer model of mind. (En OSHERON, D.N. and SMITH, E.E. (Eds). o.c. p. 261).

28 PYLYSHYN, Z.W. Computing in cognitive science. (En POSNER, M.I. (Ed). o.c. p. 52)

lo que nos tendríamos que preguntar es si esto es realmente así en el lenguaje humano, ya que no está claro que todas las diferencias semánticas relevantes para una explicación de la conducta estén reflejadas sintácticamente.

No obstante, la teoría computacional de la mente sigue viendo en el paralelismo entre sintaxis y semántica la posibilidad de que tanto la inteligencia como la intencionalidad sean traducibles mecánicamente, pudiéndose construir un modelo mecánico del pensamiento. Incluso más, al distinguir, como hace Pylyshyn, en los ordenadores distintos niveles de organización, tal como sucede en la mente humana, el nivel de conocimiento, el nivel simbólico y el nivel físico o biológico, se están dando los mecanismos y creando las condiciones necesarias para que se dé una conducta inteligente e integrada.

Para Newell, Rosembloon y Laird, ese sistema arquitectónico está realizado en una tecnología neuronal y se puede simular en una tecnología mecánica, cuya función central es la de apoyar un sistema de símbolos capaz de computación universal, aunque ni en una ni en otra conozcamos todas las funciones que están siendo ejecutadas.

Para terminar este apartado, me gustaría señalar dos cosas a modo de reflexión. Primera, el reducir la semántica a la sintaxis hace que un ordenador manipule símbolos sin considerar lo que se representa en esos símbolos, es decir, construye un lenguaje en términos de símbolos no interpretados y no puede dar cuenta del carácter contextual del significado, lo cual le hace caer en lo que ya hemos llamado solipsismo metodológico. Ahora se pueden estudiar los estados mentales sin prestar atención al mundo externo que representan y sin asumir que existe. No parece muy probable explicar la cognición humana, sobre todo cuando nos situamos en el campo de las actitudes proposicionales (creencias, deseos, sensaciones, etc.), sin una referencia a los objetos intencionales que ellas representan, aunque la idea de arquitectura cognitiva y de sistema multinivel, que Pylyshyn atribuye a los ordenadores, quiere paliar esta dificultad.

Segunda, el argumento de la realización múltiple de la cognición no puede, a mi juicio, utilizarse como justificación de que ésta pueda realizarse de forma idéntica en cualquier sistema físico. Aun limitándonos al ámbito del reino animal, se observan grandes diferencias en sus manifestaciones inteligentes, que revelan, a su vez, diferentes arquitecturas fisiológicas y una historia evolutiva distinta. Como dice metafóricamente P.M. Churchland[29], la inteligencia es una cuerda de muchos hilos y, por eso, a veces solo se la puede simular en parte.

Desde un punto de vista funcionalista estricto, es cierto que todos los componentes de un sistema funcional se podrían realizar de muchas maneras, tanto biológica como no biológicamente y, así, los seres humanos serían ordenado-

29 CHURCHLAND, P.M. Matter and Consciousness. Cambridge, The MIT Press, 1984, p. 106.

res, cuya única diferencia sería la de estar hechos de materia orgánica. Se podría construir, por tanto, un autómata finito, hecho de componentes electrónicos, capaz de tener vida mental completa. Pero, en el transfondo del problema surge un cierto escepticismo acerca de un hecho capital que queremos expresar de forma interrogativa. ¿la máquina así construida tiene vida propia que le permita realizar experiencias cualitativas conscientes? Si no es así, no parece que una teoría funcional sea una teoría adecuada de la mente.

Recordemos que el ser algo funcionalmente equivalente no significa que sea idéntico. Podemos y debemos hablar de una relatividad en la equivalencia, lo cual no permite exigir que la organización de un robot sea causalmente relevante en todos sus aspectos.

Los interrogantes que de manera insidiosa aparecen, constituyendo el núcleo central del problema que nos ocupa, son los siguientes: ¿es el cerebro un ordenador digital?, ¿pueden las máquinas exhibir, no solo emular, inteligencia? Como puede observarse, aquí no se debate un compromiso o no con el fisicalismo o mecanicismo, porque tanto el reduccionismo computacional como neurocientífico parten del principio meterialista de que producir qualia exige un sistema con una organización física necesaria, cuyos rasgos más relevantes, solo para los defensores de la I.A. deben ser computacionales. No todos los defensores del naturalismo neurocientífico (Searle, Bunge, y más moderadamente Churchland) están dispuestos a aceptar el programa fuerte de I.A., es decir, el hecho de que tener una mente sea tener una programa.

La plasticidad de la naturaleza humana, junto con su pertenencia a culturas variadas y cambiantes, hacen que la mente humana sea enriquecida constantemente por multitud de experiencias vitales, como conciencia individual y como miembro de una sociedad humana. Este sería el gran obstáculo, en principio, a una explicación reductiva y naturalista, que se podría, según Churchland, salvar con el modelo conexionista.

4. El paradigma conexionista

Tener en cuenta la dimensión sociocultural mutante del hombre e integrarla en el carácter no menos plástico de la actividad neuronal, es el reto que se propone el modelo conexionista de la actividad mental, sin apartarse para nada de la perspectiva naturalista e incluso reduccionista.

Lo que un reduccionista tiene que intentar explicar es cómo un sistema físico puede acercarse y manipular, como dice Churchland[30] , rasgos tan sutiles y culturalmente configurados.

En el paradigma conexionista, la noción de conocimiento va más allá de ser una representación concebida como una traducción simbólica, como ocurría

30 CHURCHLAND, P.M. A neurocomputational perspective. The nature onf mind and the structure of science. Cambridge, The MIT Press, 1989. p. 133

en el modelo cognitivista. Los conocimientos ni son definidos ahora como representaciones, ni son necesariamente conscientes y accesibles, (el cerebro no se reduce al cortex, ni el sistema nervioso al cerebro), ni son necesariamente conceptuales ni de naturaleza simbólica. El conocimiento cubre un campo más amplio y se construye en íntima relación con el contexto. Se da menos importancia al razonamiento y a la operación con símbolos que a la percepción, tanto si es biológica como artificial.

El aplastante dominio de la lógica como enfoque predominante en la ciencia cognitiva comenzó a dejar paso a la teoría de la emergencia o teoría conexionista, precisamente porque se inició una crítica del concepto mismo de representación y, en todo caso, del procesamiento de símbolos como vehículo apropiado para las representaciones.

A pesar del reconocimiento que Rumelhart hace de la metáfora del ordenador como herramienta útil para comprender y apreciar cómo las actividades mentales pueden surgir más allá de las operaciones elementales que tienen lugar en el procesamiento de la información, considera necesario utilizar otro tipo de metáforas y nuevas intuiciones acerca de cómo se producen las operaciones mentales[31].

Ahora la metáfora es la metáfora neuronal. La nueva arquitectura cognitiva debe construirse en base a nuestro conocimiento acerca de cómo los cerebros humanos pueden funcionar. Ya no se trata de pensar el cerebro a imagen del ordenador, sino éste a imagen de aquél, porque se piensa que los modelos computacionales están inspirados neuralmente.

El modelo está, pues, inspirado en la comprensión del cerebro, aunque sin anticipar una explicación detallada de los procesos neurales. Pero sí se comenzó a pensar que el cerebro no estaba regido por reglas, no disponía de un procesador central ni existían en él lugares precisos para almacenar la información. Su forma de operar era a base de interconexiones masivas entre las unidades básicas de procesamiento (las neuronas), interconexiones que cambian como consecuencia de la experiencia.

Nos hallamos ante un modelo dinámico complejo no lineal de procesamiento de la información, caracterizado, como dicen P.S. Churchland y O. Sejnowski[32], por conexiones y fuerzas diferenciales entre las unidades de procesamiento (el equivalente a las neuronas), cuya arquitectura combinatoria explicaría la ejecución de una tarea. El modelo supone concebir la arquitectura cognitiva como una estructura sistémica de un espacio altamente dimensional, dentro del

---

31 RUMELHART, D.E. The Architeture of mind: a connectionist approach. (En POSNER, M.I. o.c.)

32 CHURCHLAND, P.S. and SEJNOWSKI, T.J. Neural representation and neural computation. (En LYCAN, W.G. Mind and Cognition. Cambridge, Basil Blackwell, 1990, p. 234).

cual ninguna conducta encuentra su explicación a partir de un componente singular y separado del sistema, sino como el producto de un conjunto amplio de componentes interactuantes, cuya cooperación contribuye, como dice Rumelhart[33], a explicar la conducta globalmente observable del sistema.

Así pues, el modelo conexionista consiste en construir un sistema cognitivo no a partir de símbolos y reglas, sino de componentes simples que se conectarían dinámicamente entre sí más allá de su actividad local. Ahora se habla de propiedades emergentes o globales, de dinámica de redes, de redes de unidades interconectadas, de sistemas complejos y hasta de sinergia.

Es posible que las unidades de un sistema computacional operen a un nivel mucho más rápido que las neuronas. De hecho lo hacen. Pero el cerebro humano dispone de 100 billones de neuronas, la posiblidad de 1010 conexiones sinápticas y las 1014 posibles configuraciones cognitivas que puede asumir. Es decir, el cerebro despliega muchos elementos de procesamiento cooperativamente y en paralelo para llevar a cabo sus actividades.

A partir del concepto de "red de unidades interconectadas" y de la gran cantidad de conexiones posibles, se puede ofrecer, sin salirse del marco científico naturalista, una explicación de la plasticidad y flexibiliad con que se manifiesta toda actividad humana, en especial la actividad cognitiva, principalmente cuando ésta se encuentra afectada, como sucede la mayoría de las veces, por factores del entorno lingüístico, conceptual, cultural y social, que introducen amplios márgenes de impredecibilidad en la conducta que públicamente se expresa.

Al ser nuestro cerebro un sistema de procesamiento de la información altamente complejo, es posible explicar desde él conductas también altamente complejas, sobre todo aquellas que pertenecen a los aspectos cualitativos y conscientes del sujeto humano, sin necesidad de salirse de la perspectiva científica.

Los datos neurobiológicos proporcionan nuevas exigencias esenciales a las teorías computacionales. Son indispensables para el descubrimiento de teorías que expliquen cómo ejecutamos tareas como ver, pensar y conocer. Si fuéramos capaces de explicar cada vez con más precisión cómo operan los sistemas neurales, se paliaría la distinción entre teorías conexionistas y neurales. Crearíamos un modelo, en el que la actividad cognitiva y, en general, cualquier conducta, quedaría enmarcada en la configuración de esas redes o fuerzas que determinan qué actividad vamos a hacer, a qué vamos a atender, etc.

La ventaja, quizá, del modelo conexionista está en ser capaz de liberarnos, como dicen Churchland y Sejnowski[34], del sueño boeleano, para el que toda

---

33 RUMELHART, D.E. The Architecture of mind: a connectionist approach. (En POSNER, M.I. o.c. p. 136).

34 CHURCHLAND, P.S. and SEJNOWSKI, T.J. o.c. p. 248

cognición es una manipulación de símbolos de acuerdo con las reglas de la lógica, y del sueño de los neurobiólogos (el sueño de Cajal), que exigiría, para dar razón de cualquier conducta, conocer los detalles de la neurofisiología y de las conexiones de cada neurona.

Tal vez por esta complejidad, el objetivo es la integración de los modelos neurobiológicos, computacionales y psicológicos, de modo que las actividades cognitivas de alto nivel, dada su complejidad, puedan encontrar una mejor explicación desde la I.A. de tipo conexionista y desde la neurobiología computacional[35] como nuevas fuentes de inspiración.

Ante la metáfora cognitivista, mente ------ ordenador, y la metáfora conexionista, ordenador ------ cerebro, queda la comparación recíproca cerebro ------ ordenador, ámbito en el que se puede dar, como dice Rastier[36], la connivencia secreta entre los dos paradigmas, con la diferencia de que el cognitivismo quiere pensar el cerebro a imagen del ordenador, y el conexionismo, el ordenador a imagen del cerebro. Hay quien, sin embargo, considera, como Maturana y Varela[37], que la metáfora del cerebro como ordenador no solo es ambigua, sino equivocada. De ahí que inicien y propongan una tercera alternativa que, a su juicio, representaría y explicaría mejor la cognición. Se trata del paradigma de la Enacción.

5. El paradigma de la ENACCIÓN

Es una alternativa, teóricamente sugerente, porque trata de integrar y conciliar dos puntos de vista aparentemente opuestos, pero que resultan imprescindibles para dar cuenta de la cognición humana: el mundo como realidad objetiva, anterior a cualquier experiencia vivida, y el mundo experienciado, inseparable de nosotros; el mundo que se proyecta sobre nosotros y nosotros que proyectamos el mundo, no siendo éste sino el sujeto mismo proyectado. Este círculo nos abre a un espacio entre el yo y el mundo, entre lo interno y lo externo.

La alternativa enactiva concibe el sistema nervioso operando más allá del nivel representacional y solipsista. El sistema cognitivo no es un mero espejo de la naturaleza, ni ésta se limita a ser el reflejo de las leyes internas del sistema. Realismo e idealismo cognitivos giran ambos en torno al concepto de representación.

En el realismo representamos lo que está fuera y en el idealismo utilizamos la representación para proyectar lo que está dentro. Pues bien, el modelo enactivo cuestiona la centralidad de la idea de representación para dar cuenta de la cognición. En su sustitución se propone la idea de la cognición como acción encarnada, que tiene su origen filosófico más inmediato en la hermenéutica

---

35 CHURCHLAND, P.M. A Neurocomputational Perspective. p. 235.

36 RASTIER, F. o.c. p. 43.

37 MATURANA, H. y VARELA, F. El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano. Madrid, Ed. Debate, 1990. p. 145

heideggeriana y de su discípulo H.G.Gadamer, y que está perfectamente representada en la obra de M.Merleau-Ponty.
La hermenéutica se refiere al fenómeno entero de la interpretación comprendido como la enactuación, el hacer emerger o el dar a luz, el significado de algo desde el fundamento de la comprensión.
El conocimiento es inseparable ahora de nuestra pertenencia al mundo, al que estamos vinculados con nuestro cuerpo, nuestro lenguaje y nuestra historia social, es decir con nuestra encarnación. Se introduce la noción de folk psychology como parte integrante de la explicación de los procesos cognitivos en clara oposición a la filosofía analítica, que se resiste a esta noción de cognición como comprensión encarnada, y a la que P.M.Churchland calificaba de falsa.
El propósito de la alternativa enactiva es, pues, poner énfasis en el hecho de que la cognición no consiste en la representación de un mundo predado por una mente predada, sino, más bien, la promulgación de un mundo y una mente sobre la base de una historia de la diversidad de acciones que un ser ejecuta en el mundo.
El concepto de representación solo tiene sentido desde la afirmación previa de un mundo preexistente a nuestra presencia cognoscitiva en él. Por el contrario, si el mundo en que vivimos emerge y es modelado en lugar de ser predefinido, la noción de representación ya no puede jugar un papel protagonista.
La cognición como acción encarnada, tal como la entiende la perspectiva enactiva, da el protagonismo a las capacidades sensoriomotoras del cuerpo que se expresan y realizan en un contexto amplio, biológico, psicológico y cultural, y a partir de las cuales emerge (se enactúa) un mundo.
La percepción y la acción resultan ahora inseparables en la cognición. Lo importante es ver cómo el perceptor guía sus acciones en un contexto determinado, que cambia, al mismo tiempo, como resultado de la actividad del perceptor. El papel rector lo desempeña la estructura sensoriomotora del percipiente, es decir, la manera como el perceptor está encarnado, que condiciona la manera de actuar del perceptor y la forma como el propio agente perceptor es modelado por los acontecimientos del entorno.
Hay una permanente comunicación entre el sujeto de la percepción y el contexto en el que se realiza; ambos se van definiendo y construyendo en el propio proceso de comunicación. Organismo y medio, conocedor y conocido, mente y mundo, mantienen una relación a través de la mutua y recíproca especificación.
El reto que lanza a la ciencia cognitiva es poner en tela de juicio uno de los supuestos básicos de nuestra herencia científica: que el mundo es independiente del que lo conoce. Ahora, en cambio, el mundo resulta inseparable de la estructura de estos procesos de autodefinición. Los sistemas cognitivos ya no pueden entenderse sobre la base de las relaciones entre entradas y salidas,

porque se pone en duda que la información exista en el mundo y que sea extraída por un perceptor a través de procesos de representación.

La cognición no se reduce a un simple procesamiento, traducción y almacenaje de la información. Los sistemas cognitivos no operan por representación, sino que actúan en un contexto haciendo emerger un mundo. Son los sistemas cognitivos los que constituyen la información desde sus propias estructuras operatorias siempre activas, estructuras que se van modificando y construyendo, a su vez, en el transcurso de la evolución personal en contacto con un mundo fenomenal, cuyo edificio va construyendo el niño con sus propias leyes y con su propia lógica. Como dice Varela, la doctrina de la Enacción implica que "las aptitudes cognitivas están inevitablemente enlazadas con una historia vivida, tal como una senda que no existe, pero se hace al andar"[38]

Mente y mundo se cooriginan mutuamente. La orientación enactiva introduce en la cognición la noción de temporalidad del vivir, tanto si se trata de una especie (evolución), de un individuo (ontogenia), o de la estructura social (cultura). La cognición ya no se puede estudiar de un modo estático, tal como los modelos cognitivista y conexionista indican, sino que es inexplicable al margen de su propio quehacer, puesto que la inteligencia ya no se concibe como la capacidad para resolver un problema, sino como la capacidad de ingresar en un mundo compartido de significado.

El interrogante con que queremos terminar el trabajo es, ¿hasta qué punto si no se tienen en cuenta las exigencias de esta aproximación enactiva no se puede entender la cognición ni se pueden formar artefactos cognitivos verdaderamente inteligentes? La comunicación ya no consiste en transferir información de un emisor a un receptor, sino en la modelación mutua de un mundo común a través de una acción conjunta.

Quizá como en ningún otro campo de investigación, en la ciencia cognitiva, fronteriza de las ciencias naturales y humanas, se hace imprescindible, epistemológicamente, conciliar experiencia científica y experiencia vivida. Ciencia y experiencia deben compatibilizarse en un estudio científico del hombre y de sus procesos cognitivos. Tal vez lo deseable sería alargar el horizonte de la ciencia cognitiva hasta incluir en él el aspecto más profundo de lo humano (la experiencia vivida), así como su pertenencia a un ambiente sociocultural, de modo que comprender los procesos cognitivos es comprender la intervención de todos esos factores personales, culturales, sociales, biológicos, computacionales, etc., en cuyo marco pueden tener lugar.

Un concepto restrictivo de ciencia hace inviable el estudio científico de la experiencia vivida y se dejaría fuera algo que es consustancial a nuestra realidad humana: el mundo de nuestras experiencias. Lo exógeno y lo endógeno, la

38 VARELA, F.J. Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Barcelona, Gedisa, 1990. p. 108

conducta y la experiencia conforman un círculo que si se abandona se puede dar lugar a posiciones extremas, tales como afirmar que la psicología del sentido común es falsa o negar la posibilidad de una ciencia cognitiva.

Capítulo 4

Las ciencias cognitivas como contexto para interpretar las nuevas concepciones acerca del aprendizaje

Fredy E. González

En este artículo se hace un breve recorrido por los diferentes períodos históricos que caracterizan el desarrollo de las Ciencias Cognitivas con la finalidad de proponer a éstas como un contexto válido para interpretar nuevas concepciones acerca del aprendizaje que polemizan con las interpretaciones conductistas. Se comienza planteando las limitaciones del Paradigma Conductista para estudiar el aprendizaje. Luego, se presentan los rasgos principales de la denominada Revolución Cognitiva; en este sentido, sin dejar de reconocer la importancia que, en la conformación del campo de la Ciencia Cognitiva, han tenido los numerosos aportes que se han derivado del debate entre racionalismo y empirismo, sólo se consideran los hitos más importantes en el advenimiento de la Revolución Cognitiva; seguidamente, se dilucida la ubicación de la Psicología Cognitiva en el marco referencial constituido por las Ciencias Cognitivas, haciendo énfasis en los problemas de investigación que resultan interesantes cuando se considera el Enfoque de Procesamiento de Información: (a) los aspectos arquitecturales del sistema cognitivo humano; (b) Los procesos cognitivos que las personas activan cuando operan con la información; (c) las relaciones entre los contenidos de la estructura cognitiva y los procesos activados para operar con ellos. Luego de esto se plantean las limitaciones de la visión psicométrica de la inteligencia. El trabajo culmina con un breve esbozo de la Teoría Triárquica de la Inteligencia propuesta por Robert Sternberg.

Introducción

En cuanto al aprendizaje, han sido varias las concepciones que, a lo largo de la historia de la Psicología, han predominado. Antes del advenimiento de las concepciones cognoscitivistas, el paradigma más poderoso lo constituyó el conductismo skinneriano, el cual fue el reflejo en el ámbito de los psicólogos, de la visión positivista de la ciencia; con el desarrollo de las Ciencias Cognitivas, este paradigma se ha debilitado y ha dado lugar a otro que, hasta ahora, luce como más potente para explicar lo que acontece en el ser humano cuando

se haya abocado a procesos propios de la adquisición y generación de conocimientos.

Este artículo comienza planteando las limitaciones del Paradigma Conductista para estudiar el aprendizaje. Seguidamente, se presentan los rasgos principales de la denominada Revolución Cognitiva; en este sentido, sólo se consideran los hitos más importantes en el advenimiento de la Revolución Cognitiva; a continuación, se dilucida la ubicación de la Psicología Cognitiva en el marco referencial constituido por las Ciencias Cognitivas, haciendo énfasis en los problemas de investigación que resultan interesantes cuando se considera el Enfoque de Procesamiento de Información; finalmente, se hace un breve esbozo de la Teoría Triárquica de la Inteligencia propuesta por Robert Stenberg.

Limitaciones del Paradigma Conductista para estudiar el Aprendizaje

La irrupción de un nuevo enfoque en el terreno de la Psicología que superara los abordajes conductistas, fue posible gracias a dos condiciones contextuales sumamente importantes. Por una parte estuvo la propia debilidad interna del enfoque conductista para llevar a cabo con éxito su propio programa de investigación y para responder satisfactoriamente a las interrogantes que, cada vez con más frecuencia y agresividad, se le formulaban al asociacionismo y al condicionamiento.

La otra condición coadyuvante a la emergencia de enfoques alternos al conductismo fue la Revolución Tecnológica, promovida a partir de la Segunda Guerra Mundial, la cual favoreció la recuperación para la Psicología de los Procesos Mentales que habían sido execrados del campo de la Psicología por los conductistas.

Sierra y Carretero (1990) señalan que las insuficiencias del conductismo se han relacionado con su posición excesivamente reduccionista y asociacionista del comportamiento humano. Es decir, su concepción de que el estudio de dicho comportamiento debía reducirse al análisis de las asociaciones entre estímulos y respuestas producidas por procesos de reforzamiento (lo que se denomina condicionamiento operante) o por asociaciones entre estímulos neutrales e incondicionales (condicionamiento clásico). A esto solía ir unido no sólo que toda conducta debía ser observable y medible, sino que todo constructo teórico debía tener también un correlato directamente observable. Esto hacía muy difícil, cuando no imposible, el estudio de los procesos mentales humanos y, por ende, la aparición de una concepción más amplia del aprendizaje.

Por su parte, Fernández-Valmayor, Fernández y Vaquero (1991) sostienen que la principal limitación del paradigma conductista es que sólo proporciona una descripción cuantitativa de la conducta. En ningún momento se pretende generar una descripción del estado interno en que se encuentra el individuo, ni descubrir los procesos internos responsables del aprendizaje, más bien intenta predecir y controlar.

Como se ve, las críticas al conductismo apuntaban en dos direcciones; por un lado se le cuestionaba la visión restrictiva de su ámbito de acuerdo con la cual la mente no debería ser objeto de estudio de la Psicología (Lohman, 1989) y, por otro lado, se evidenciaban las limitaciones del método adoptado (el asociacionismo, el condicionamiento, y la experimentación con animales en el ámbito de la investigación básica), el cual, en lugar de contribuir a la búsqueda de explicaciones para fenómenos complejos como el pensamiento y el razonamiento, se orientaba hacia una visión cada vez más reduccionista del funcionamiento intelectual humano; según esto, el conductismo resultaba un enfoque cada vez más insuficiente para dar cuenta del aprendizaje humano, situación ésta que se puso de manifiesto mediante el señalamiento de un conjunto de anomalías inexplicadas desde la perspectiva conductista (Pozo, 1989).

De modo que los años finales de la década de 1950 y los años 60's fueron testigos de una avalancha de críticas al conductismo, las cuales se vieron favorecidas, principalmente, por factores externos a la Psicología, entre los que cabe destacar el impacto de las nuevas tecnologías generadas a partir de las investiguaciones que tuvieron lugar en la Teoría de la Comunicación, la Lingüística y la Cibernética (Pozo, 1989).

En efecto, desde principios de la Revolución Industrial, había existido preocupación por diseñar dispositivos, cada vez más complicados, que sustituyesen al hombre, o al menos le ayudasen, en la realización de un conjunto de tareas de rutina; y, ya desde la época de Descartes, se hacían planteamientos que apuntaban hacia la explicación del comportamiento animal y humano en términos mecánicos (Moore, 1968). Pero, como dijeron alguna vez Shannon y McCarthy, "cuando los hombres buscan máquinas análogas al cuerpo humano, las máquinas que escogen reflejan necesariamente sus propios tiempos" (citados por Moore, 1968; p. 305). Y es esto precisamente lo que ha venido ocurriendo desde finales de los años 40's cuando, desde diversos campos científicos se ha conformado todo un campo teórico, conceptual y práctico que tiene como uno de sus principales logros la concepción, construcción y desarrollo de las computadoras electrónicas, que ahora son utilizadas para explorar las relaciones entre hombre y máquina, pero con una sustancial diferencia con respecto a la primera fase de la Revolución Industrial, durante la cual la relación hombre-máquina apuntaba hacia la mecanización, y después electrificación, de la fuerza muscular, mientras que ahora se apunta hacia la mecanización y electrificación de la fuerza cerebral (Davis, 1968). Y es precisamente el advenimiento de estas "máquinas de nuestro tiempo" el que ha hecho posible el estudio de los procesos mentales que el conductismo había marginado (Pozo, 1989) y crearon las condiciones favorables para el desarrollo de la Revolución Cognitiva en el campo de la Psicología.

En efecto, señala Lohman (1989), la emergencia de la Metáfora del Computador como una metáfora de la mente y como un vehículo para probar teorías

acerca del pensamiento fue lo que finalmente destronó al conductismo haciendo que la corriente principal de la psicología se moviera del condicionamiento hacia la percepción y luego al pensamiento y la solución de problemas.

La Revolución Cognitiva

Aunque muchos estudiosos ubican hacia mediados de los años 50's el período de eclosión de la Revolución Cognitiva, ésta venía incubándose desde hacía mucho tiempo y hay quienes consideran que es necesario ver en la preocupación por la génesis, desarrollo y transmisión del conocimiento, característica de los filósofos clásicos, las fuentes nutricias del desarrollo de la Ciencia Cognitiva (Lohman, 1989; Gómez, 1991).

Sin dejar de reconocer la importancia que, en la conformación del campo de la Ciencia Cognitiva, han tenido los numerosos aportes que se han derivado del debate entre racionalismo y empirismo, se ubican hacia mediados del presente siglo los hitos más importantes en el advenimiento de la Revolución Cognitiva, los cuales, según Gómez (1991) son:

1. 1936: Los aportes de Turing
2. 1948: 2.1 El desarrollo de la Cibernética (Wiener)

2.2 El Simposio de Hyxon, celebrado en el Instituto de Tecnología de California

3. 1956: 3.1 Simposio sobre Teoría de la Información, celebrado en el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT)

3.2 Publicación de A Study of Thinking por Bruner, Goodnow y Austin.

3.3 Publicación, por parte de Miller, del artículo El mágico número siete más o menos dos: algunos límites de nuestra capacidad para procesar información.

3.4 Publicación de los trabajos de Chomsky sobre Lingüística.

4. 1960 Creación del Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad de Harvard.
5. 1977 Nacimiento de la revista Cognitive Science
6. 1979 Fundación de la Cognitive Science Society
7. 1984 Nacimiento de la revista Cognitive and Instruction

A continuación se hará un breve esbozo de cada uno de los hitos mencionados anteriormente.

1. A. M. Turing fue un notable matemático y lógico británico que abordó el problema de crear una "máquina pensante", diseñando un autómata que, en principio, pudiera realizar cualquier cálculo definible con precisión. Según Kemeny (1968), Turing consideró que "mediante la combinación de un pequeño número de operaciones sencillas, en cantidad suficiente, una máquina puede llevar a cabo tareas de complejidad asombrosa" (p. 257); basándose en este principio fue que Turing ideó sus famosas "Máquinas de Turing", las cuales son "máquinas simples programadas para operar, a base de códigos binarios, y

con una gran capacidad de cálculo y de operaciones lógicas" (Gómez, 1991). En el principio sobre el cual Turing basó el diseño de sus célebres máquinas podría vislumbrarse una reminiscencia de lo que más tarde llegaría a constituir una Teoría Componencial del intelecto humano.

Pero, a pesar de lo notable de este principio, hay otro aporte con el cual Turing contribuyó a sentar los fundamentos de la Ciencia Cognitiva, y que pudiera considerarse una de las bases de sustentación de la Metáfora del Computador. En efecto, a comienzos de los años 50's, Turing ideó un experimento en el cual el experimentador, mediante un dispositivo especial, se comunicaba con cada una de dos habitaciones (o cajas negras), en una de las cuales se hallaba un hombre y en la otra una máquina. Si, después de haber intercambiado una serie apropiada de mensajes con cada habitación, el experimentador es incapaz de decir en cuál de ellas está el hombre y en cual la máquina, entonces podría decirse que la máquina "piensa" (Oettinger, 1968). Con esto, Turing estaba sentando las bases de la Inteligencia Artificial y de sus relaciones recíprocas con la Inteligencia Humana (Vásquez, 1991).

2. Hacia fines de los años 40's tuvieron lugar dos acontecimientos importantes para el desarrollo de la Ciencia Cognitiva. El primero de ellos lo constituyó la publicación, por parte de N. Wiener, de su artículo Cybernetics con el cual inauguraba una nueva rama de la ciencia, que se ocupa de los problemas de la Comunicación y del Control; los primeros hacen referencia a la emisión, transmisión, recepción y almacenamiento de la información, en tanto que los segundos tienen que ver con la búsqueda, consecusión y mantenimiento de la estabilidad en el comportamiento de uno o de varios sistemas que actúan interdependientemente.

En los planteamientos iniciales de Wiener puede vislumbrarse parte de la génesis del Enfoque del Procesamiento de Información que, con posterioridad, pasará a constituir el Paradigma Dominante en el campo de la Psicología Cognitiva; además, en su Teoría del Control, se anuncia ya una de las funciones que se le atribuirá a los procesos metacognoscitivos.

De acuerdo con Wiener (1968, versión original de 1948) la Cibernética:

es una palabra inventada para designar un nuevo campo científico, en el cual convergen bajo una misma rúbrica el estudio de lo que dentro de un contexto humano se denomina con cierta imprecisión pensamiento y de lo que en ingeniería se denomina control y comunicación. Dicho en otras palabras, la cibernética pretende encontrar los elementos comunes al funcionamiento de las máquinas automáticas y al sistema nervioso de los seres humanos y desarrollar una teoría que sea capaz de abarcar todo el campo del control y la comunicación en las máquinas y los organismos vivientes (p. 92)

El mismo año que Wiener publicó su, ahora célebre, artículo Cybernetics, tuvo lugar el Simposio de Hyxon, en el Instituto de Tecnología de California, el cual convocó a matemáticos, neurofisiólogos, psicólogos y otros especialistas que,

durante este histórico cónclave, hicieron aportes que hoy se consideran fundamentales en el contexto de la Ciencia Cognitiva, se produjo aquí un significativo encuentro de perspectivas interdisciplinarias sobre el control, la información y la comunicación, cuya convergencia contribuyó a delinear el ámbito de lo que hoy constituyen las Ciencias Cognitivas.

3. Aunque Lohman (1989) reconoce que las raíces de la Revolución Cognitiva pueden encontrarse en muchas fuentes anteriores, considera que 1956 constituye un año clave de la misma, como resultado del conjunto de acontecimientos que ocurrieron durante dicho año y que forman parte de los hitos importantes en el desarrollo de la Ciencia Cognitiva, la cual cogió impulso en los años 60's y alcanzó inusitada fuerza durante los 70's.

Los sucesos acaecidos durante 1956 verdaderamente hacen mérito para que ese año sea considerado como crucial en el desarrollo de la Ciencia Cognitiva. En efecto, fue en 1956 cuando se celebró, en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, el II Simposico sobre Teoría de la Información al cual asistieron, entre otros, Newell, Simon, Chomsky y Miller.

Coincidencialmente, durante 1956, surgieron algunos de los trabajos sobre cuyo contenido se fundamenta el movimiento cognitivo en el campo de la Psicología y de las Ciencias Cognitivas. En efecto, en aquel año vió luz un artículo de G. A. Miller que ocupa un lugar propio en la historia de la psicología. El artículo se titulaba "El mágico número siete más o menos dos: algunos límites de nuestra capacidad para procesar información" y en él Miller, basándose en las ideas de la Teoría de la Comunicación de Shannon y otros autores, sostenía que los seres humanos tenemos una capacidad como canal de información limitada a siete (más o menos dos) ítemes simultáneos. También aquel año Chomsky daba a conocer sus ideas sobre la nueva lingüística, basada en reglas formales y sintácticas, tan próximas a las formalizaciones matemáticas, que desembocaría al año siguiente en la publicación de Estructuras Sintácticas. Igualmente Newell y Simon daban a conocer en el Simposio celebrado en el M.I.T. uno de sus primeros trabajos (The Logic Theory Machine) en el que presentaban por primera vez un programa de computador capaz de hacer la demostración de un teorema.

Finalmente, por aquel mismo año, fue publicado A Study of Thinking, monumental obra colectiva de Bruner, Goodnow y Austin, la cual está considerada como una obra capital en la psicología del pensamiento y la solución de problemas y posiblemente el trabajo más influyente en la investigación sobre la adquisición de conceptos artificiales.

En efecto, A Study of Thinking registra los resultados de un programa de investigación quinquenal (1951-1956) que formó parte de un Proyecto sobre el Conocimiento realizado en el Laboratorio de Relaciones Sociales de la Universidad de Harvard, que abordó uno de los fenómenos del conocimiento más simples y omnipresentes: la categorización o conceptualización; el propósito

fue "describir y, en menor medida, explicar, lo que ocurre cuando un ser humano inteligente intenta agrupar el entorno en clases significativas de acontecimientos a fin de poder tratar de modo juicioso cosas diferentes como si fueran equivalentes" (Bruner, Goodnow y Austin, 1978). La concepción, desarrollo y posterior publicación tuvo como privilegiado contexto el creciente interés que, ya para la época, generaba la investigación de los procesos cognitivos, como producto de: el reconocimiento de los complejos procesos que median entre los clásicos "estímulos" y "respuestas", los avances ocurridos en la Teoría de la Información, y los cambios profundos y duraderos producidos en la Teoría de la Personalidad.

4. Otro acontecimiento relevante en la Historia de la Ciencia Cognitiva y, por ende, en la de la Psicología de este mismo signo, lo constituye la creación, en 1960, del Centro de Estudios Cognitivos de la Universidad de Harvard, institución que a partir de entonces ha actuado como punto de convergencia y encuentro de especialistas que investigan el conocimiento desde distintas perspectivas (lingüística, matemática, biológica, psicológica).

Bruner, junto con Miller, fundó este Centro con el fin de fomentar estudios interdisciplinarios sobre procesos mentales superiores. Cada año, Miller y Bruner actuaban como anfitriones de un distinguido grupo de visitantes y estudiantes de diferentes países y de distintas disciplinas que compartían el interés por averiguar la naturaleza de la cognición humana.

Guiado por el interés de Bruner en el desarrollo intelectual y la educación y la preocupación de Miller por la psicolingüística y la memoria humana, el Centro pronto se convirtió en un activo foro para crear, compartir y probar ideas. Como testimonio de las investigaciones conducidas en este Centro quedó la obra Studies in Cognitive Growth, publicada en 1966.

5. El esfuerzo acumulado durante las casi tres décadas anteriores, vertido en obras de carácter monográfico y en artículos, se ve coronado a finales de los años 70's con el nacimiento de la revista Cognitive Science, la cual constituyó un signo de la madurez alcanzada por los investigadores en el área y un medio a través del cual se potencializaba la posibilidad de lograr una convergencia e integración interdisciplinaria que contribuyera a delimitar un campo de estudio con características definitorias propias.

6. A dos años del lanzamiento de la Revista Cognitive Science, en 1979, nace la asociación científica que lleva el mismo nombre (Cognitive Science Society) interesada por estudiar los procesos cognoscitivos desde una variedad de puntos de vista (la Segunda Conferencia Anual, en 1980, cita explícitamente los campos de la Antropología, Inteligencia Artificial, Lingüística, Neurofisiología, Filosofía, Psicología y Sociología).

7. Otro acontecimiento editorial de sin igual relevancia lo constituye la aparición, en 1984, de la Revista Cognition and Instruction, publicación interdisciplinaria dedicada a las investigaciones cognitivas de la instrucción y el aprendi-

zaje que intenta servir como vehículo de comunicación entre las personas de varios campos implicados en la investigación cognitivo-instruccional. El prototipo de artículo de esta revista atiende a uno de estos tres aspectos (paradigmáticamente, a la intersección de ellos): análisis cognitivo de tareas instructivas relevantes, teorías generales de adquisición de conocimiento y destrezas relacionadas con el aprendizaje de materias escolares y análisis cognitivos teóricos de intervenciones instructivas.

La década de los años 80's y lo que va de la actual, ha visto incrementar inusitadamente el trabajo de un innumerable grupo de notables investigadores, entre los que destacan nombres como los de Sternberg, Feuerstein, Greeno, Brandsfor, Meyer, Brown, y muchos otros, quienes han llevado a cabo trabajos de investigación, publicado incontables artículos y monografías y construido interesantes teorías relacionadas con el funcionamiento intelectual, todo lo cual configura un campo de indagación científica en pleno auge: las Ciencias Cognitivas y, entre éstas, la Psicología Cognitiva.

La Ciencia Cognitiva y la Psicología Cognitiva

A partir de lo que se lleva dicho hasta ahora, se puede entender que la etiqueta Ciencia Cognitiva no alude a una ciencia unitaria sino, más bien, a la actividad teórica, conceptual y práctica llevada a cabo por un amplio espectro de investigadores y teóricos quienes usan una variedad de métodos para estudiar un conjunto, igualmente diverso, de problemas; por ello, el término Ciencia Cognitiva se usa para designar una mezcla de ciencias que incluye la computación, la psicología, la lingüística, la neuropsicología, la filosofía, y algunas otras.

Con relación a las disciplinas que conforman el ámbito de la Ciencia Cognitiva, Vásquez (1991) afirma que "no existe un acuerdo de pleno consenso acerca de cuáles son las disciplinas cognitivas. Podría decirse que las disciplinas matrices de la ciencia cognitiva son la filosofía (principalmente la lógica y la teoría del conocimiento), la psicología, la lingüística y la IA, a las que posteriormente se han sumado la antropología, y la neurociencia (como interdisciplina de ciencias tales como la neuroanatomía, la neurofisiología y neuropsicología). Estas seis disciplinas configuran una red hexagonal, con relaciones internas más o menos próximas, generalmente admitida para representar el conjunto de ciencias cognitivas. Próximas a ellas se encuentran ciertas disciplinas limítrofes como la Sociología, la Economía y la Psicología Social.

Por su parte, García-Mila y Martínez (1991) afirman que la Ciencia Cognitiva está formada por la convergencia de la IA, Psicología, Lingüística, Antropología, Filosofía y expertos en el área objeto de estudio.

Dentro de este vasto campo, la Psicología Cognitiva se ha reservado para si el problema de comprender la inteligencia humana y cómo ella funciona, de aquí que su foco esté constituido por la comprensión, evaluación y mejoramiento de la inteligencia humana; este programa de investigación formulado por la

Psicología Cognitiva se desarrolló, según Lohman (1989), en tres vertientes: (a) aportar nuevas evidencias acerca de la validez de constructo de los tests que se aplicaban para "medir" la inteligencia y otras habilidades de los sujetos humanos; (b) desarrollar nuevos métodos, procedimientos e instrumentos para medir la inteligencia; y, (c) desarrollar nuevas teorías acerca de la inteligencia humana.

Los investigadores ubicados en la primera vertiente veían que los métodos y teorías de la Psicología Cognitiva les proporcionaban una nueva manera de comprender lo que los tests de inteligencia y de otras habilidades realmente medían; para ello procedían a realizar un análisis experimental de las tareas tomadas en los tests de inteligencia y de otras habilidades, o un cuidadoso estudio de la solución de problemas u otras características de procesamiento de información de los individuos identificados como más o menos capaces por los tests existentes. En esta forma, la psicología cognitiva ofrece una nueva fuente de evidencia sobre la validez de constructo de los tests y de los factores de habilidad que ellos definen.

La segunda vertiente en el desarrollo del programa de investigación de la Psicología Cognitiva parte de una revisión del propósito para el cual se aplican los tests de inteligencia y de otras habilidades relacionadas, que consiste en predecir la ejecución que tendrá el individuo en una situación de "no-test", por ejemplo la enseñanza convencional. Pues bien, los psicólogos cognitivos procedieron a realizar un cuidadoso estudio de las exigencias de conocimiento y procesamiento de estas ejecuciones criterio para luego desarrollar nuevas estrategias de medición y sugerir cambios y refinamientos en los instrumentos de medida existentes.

Finalmente, hubo investigadores, ubicados en el ámbito de la Psicología Cognitiva, que se propusieron desarrollar nuevas teorías acerca de la cognición humana, yendo más allá de las definiciones de inteligencia existentes y desarrollando teorías generales sobre el pensamiento y el aprendizaje.

Entre la Psicología Cognitiva y la Ciencia Cognitiva se da una relación de contenido a continente y, al respecto, García-Mila y Martínez (191), señalan que "la investigación en la Ciencia Cognitiva difiere de la Psicología Cognitiva en que la primera se preocupa por el contenido de la información con la que se pretende razonar, entender, conocer y aprender, poniendo el énfasis en las representaciones mentales de conocimientos específicos y los procesos cognitivos que operan sobre tales representaciones mentales. Los teóricos del aprendizaje de la Psicología Cognitiva, por el contrario, realizan un tipo de investigación abstracta y libre de contenido que, según Pozo (1989), refiere la explicación de la conducta a entidades mentales, a estados, procesos y disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un nivel de discurso propio.

Como es esperable en un campo surgido de la convergencia de vertientes tan diversas, en el terreno de la Psicología Cognitiva son identificables varios en-

foques los cuales, a pesar de sus diferencias, comparten un fundamento común cual es la visión de que los procesos y contenidos involucrados en la atención, la percepción y la memoria, el pensamiento, el razonamiento y la solución de problemas, y la adquisición, organización y uso del conocimiento, son los temas centrales de indagación para la ciencia psicológica. Las tareas cognitivas incluyendo las tareas de aprendizaje escolar y de los tests educacionales y psicológicos, que parecen reflejar estos fenómenos pueden ser analizados para alcanzar una comprensión más profunda de los procesos mentales y contenido de conocimientos que comprenden el desempeño complejo. Efectivamente, las tareas de aprendizaje escolar son de creciente interés para los psicólogos cognitivos precisamente porque ellas repesentan una clase de tareas seleccionadas y conformadas durante años para exigir y promover las funciones cognitivas de más importancia para la sociedad.

De acuerdo con Pozo (1989), en la Psicología Cognitiva se pueden identificar, al menos, dos enfoques principales: la posición racionalista y constructivista, y la posición de procesamiento de información, las cuales, según este mismo autor, constituyen dos maneras muy diferentes de entender la Psicología Cognitiva.

Desde la posición constructivista, el aprendizaje es entendido como un proceso de reestructuración del conocimiento previo; esta perspectiva es englobada bajo la denominación de Teoría del Cambio Conceptual, la cual, según García-Mila y Martínez (1991), "se fundamenta en crear un paralelismo entre la evolución de las teorías de los estudiantes y la evolución del Conocimiento Científico en la Historia de la Ciencia. La Teoría del Cambio Conceptual se basa en las Teorías Epistemológicas de T. S Kuhn y Lakatos sobre la evolución histórica del conocimiento científico. Según esto, la dificultad de los estudiantes para entender Ciencia está en la falta de esquemas mentales apropiados con los cuales integrar información científica conceptual. Estos esquemas mentales, son iguales a los esquemas mentales correspondientes al estado del conocimiento científico aristotélico y medieval y evolucionan de igual forma que la ciencia, a través de cambios radicales de paradigmas resultando en teorías inconmensurables.

Los estudiantes llegan a clase con unos esquemas mentales desarrollados espontáneamente a través del contacto con los fenómenos de la vida diaria. Estos esquemas mentales son cualitativamente muy distintos de los que poseen los expertos, contienen concepciones naive; son intuitivos, ingenuos, erróneos, universales entre sujetos y resistentes a la instrucción. El nombre adoptado para estas concepciones es el de misconceptions [se utiliza indistintamente con el de preconcepciones, concepciones naive, concepciones espontáneas, concepciones intuitivas o concepciones erróneas]. Varios estudios han demostrado que estos conceptos previos con los que los alumnos vienen a clase interfieren

con el aprendizaje de conceptos científicos, debido especialmente a su resistencia a la instrucción.

Sin embargo, afirman Snow y Lohman (1989), en su mayoría, los diversos abordajes de la Psicología Cognitiva adoptan el enfoque del Procesamiento de la Información, el cual es visto como más productivo para teorizar acerca de los aspectos arquitecturales del sistema cognitivo humano que, se supone, dan cuenta de las conexiones entre estímulos y respuesta, tanto como para experimentar sobre tales conexiones.

Los enfoques de la Psicología Cognitiva que adoptan la perspectiva del Procesamiento de Información, de acuerdo con lo dicho por Snow y Lohman (1989), tienen como propósito penetrar en la "caja negra" del Conductismo; es decir, explicar el funcionamiento interno del sistema cognitivo humano, los eventos y procesos mentales que conectan el estímulo con la respuesta en un ítem, una prueba, o la ejecución de una tarea; todos estos modelos plantean una o mas secuencias de pasos o etapas de procesamiento en las cuales las operaciones cognitivas son ejecutadas sobre la información de entrada o almacenada; de acuerdo con esto, sostiene Pozo (1989) unas pocas operaciones simbólicas relativamente básicas, tales como codificar, comparar, localizar, almacenar, etc, pueden en último extremo, dar cuenta de la inteligencia humana y la capacidad para crear conocimientos, innovaciones y tal vez expectativas con respecto al futuro.

Pero, este es sólo uno de los problemas de los que se ocupa la Psicología Cognitiva basada en el modelo de Procesamiento de Información; efectivamente, de acuerdo con Pérez Gómez (1985), además de interesarse por los procesos con los que el individuo opera sobre los datos, existen otros dos tipos de problemas que atraen la atención de los psicólogos cognitivos que asumen la perspectiva del procesamiento de información: (a) la estructura de la información almacenada en la memoria, y (b) las relaciones entre estructura y procesos. Se completa así, afirma Pérez Gómez (1985), una trilogía de problemas de investigación:

1. Los aspectos arquitecturales del sistema cognitivo humano que tienen que ver con la forma como las personas organizan la información en su estructura cognitiva. Los datos e informaciones no se encuentran aislados y arbitrariamente relacionados en la memoria sino que, de forma isomórfica a la estructura de relaciones lógicas que componen las teorías científicas, también en el individuo la mayor parte de los datos se agrupan en nudos de relaciones, en esquemas o redes que permiten una comprensión significativa de la realidad que representan (red cognitiva, red semántica, esquemas).
2. Los procesos cognitivos que las personas activan cuando operan con la información. La información en la memoria manifiesta unas características estructurales, pero cuando tales datos se ponen en funcionamiento para interpretar una situación o para resolver un problema son objeto de elaboraciones y

reelaboraciones conforme a unos procedimientos y operaciones peculiares. Para explicar tales procedimientos cognitivos se han desarrollado diferentes modelos (teoría del juego, solución de problemas) relacionados de alguna manera con los modos de procesar la información de los computadores, es decir, con los programas de instrucciones. De esta manera, se llega a identificar determinadas actividades básicas que todo individuo debe realizar para adquirir, organizar y utilizar la información de la memoria.

3. Las relaciones entre los contenidos de la estructura cognitiva y los procesos activados para operar con ellos. En relación con este aspecto, señala Pérez Gómez (1985), cuando un individuo se pone en contacto con datos y conceptos organizados en teorías y asimila el significado de esos cuerpos de conocimiento se pone también en contacto con la lógica que une y organiza los datos en estructuras teóricas, y esta lógica induce la activación preferente de unas determinadas operaciones mentales.

A continuación se detallará cada una de las áreas problemáticas señaladas anteriormente.

1. La Psicología Cognitiva que adopta el enfoque según el cual el ser humano es concebido como un procesador activo de información se basa, según Pozo (1989), en la aceptación de la analogía entre la mente humana y el funcionamiento de un computador. Para ser exactos, se adoptan los programas de computadora como metáfora del funcionamiento cognitivo humano. Esta analogía está en cierto modo basada en el Test de Turing, según el cual si la ejecución de dos sistemas de procesamiento en una determinada tarea alcanza tal semejanza que no pueden distinguirse el uno del otro, ambos sistemas deben considerarse idénticos (Oettinger, 1968; pp 410-411).

El computador, como "máquina de nuestro tiempo" (Moore, 1968), ha servido de base para la construcción de una explicación de la cognición humana, sustentada en la denominada Metáfora del Computador.

De modo que, afirman Sierra y Carretero (1990), el estudio del aprendizaje desde la perspectiva de la Psicología Cognitiva que asume el enfoque de procesamiento de información se sustenta sobre la base de la comparación de la mente humana con la estructura básica de un computador; de acuerdo con esto, el ser humano tendría la capacidad para recoger información del medio, procesarla y tomar decisiones en función de algún tipo de criterio.

De la Metáfora del Computador, según Pozo (1989), se tiene dos versiones: (a) la versión fuerte; y (b) la versión débil. La versión fuerte admite una equivalencia funcional entre ambos sistemas, la versión débil se limita a aceptar parte del vocabulario y de los conceptos de la informática, sin llegar a afirmar esta equivalencia.

En cuanto a la variedad de formas que ha adoptado la Metáfora del Computador, se ha expresado más explícitamente Lohman (1989) quien afirma que "esta metáfora ha tomado varias formas. En el nivel más simple, se han hecho

analogías entre el hardware del computador y el sistema cognitivo humano. Los computadores tiene dispositivos (devices) para encodificar información proveniente de fuentes externas (lectoras de tarjetas, teclados), almacenándola temporalmente (buffers de memoria), transformándola (unidad central de proceso - CPU), conservándola en dispositivos (devices) de almacenamiento a largo plazo (cintas, discos) y produciendo salidas (outputs, impresoras, pantallas de video). Los modelos del procesamiento humano de información se apoyaron fuertemente sobre esta analogía y proponen estructuras similares para el sistema cognitivo humano.

Como consecuencia de los estudios acerca del sistema de procesamiento humano de información, se ha llegado a hipotetizar un conjunto de aspectos arquitecturales que configuran un Modelo de Procesamiento de la Información en el Hombre y que, según Posner (1979), presentaría los siguientes elementos:

1. La Concepción Multialmacén de la memoria humana (Sierra y Carretero, 1990). La idea central de la concepción multialmacén es que existe una serie de fases en la adquisición de la información, la cual permanecería, por tanto, durante un tiempo en un determinado almacén correspondiente a cada fase.

Así se ha venido distinguiendo entre memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. La primera tiene una duración de medio segundo aproximadamente. Por tanto, es responsable de una primera impresión de la información. Por memoria sensorial icónica se entiende la relacionada con la información visual y por memoria sensorial ecoica la que tiene que ver con la información auditiva. La memoria a corto plazo tiene capacidad limitada. Concretamente de siete elementos (más o menos dos, según las ocasiones) y una duración que oscila entre veinte y treinta segundos. Esto quiere decir que podemos atender simultáneamente a siete elementos totalmente nuevos y que podemos retenerlos durante el tiempo citado. Si no utilizamos ninguna estrategia de recuerdo, no nos acordaremos de nada al cabo del intervalo citado. Ahora bien, ¿cómo conseguir que la información que se almacena durante medio minuto en la memoria a corto plazo pase a la memoria a largo plazo?. Es decir, a nuestro bajage de conocimientos, puesto que este último almacén se caracteriza por no poseer límites ni en su duración ni en su capacidad. De hecho, se supone que contiene toda la información que hemos ido almacenando a lo largo de nuestra vida. En este sentido conviene distinguir entre la información de la que disponemos casi inmediatamente y la que requiere algún proceso de búsqueda o recuperación.

En resumen,

1.1 Hay una entrada (input) de información que llega al sistema a través de los órganos de la sensibilidad y una salida (output), por la cual el individuo cambia su ambiente original.

1.2 Hay una clase de memoria llamada memoria a corto plazo (MCP) con capacidad limitada a 6 ó 7 fragmentos de información (el "número mágico 7 ± 2" de Miller), la cual requiere constante ejercicio para preservar la información del desvanecimiento (por ejemplo, olvidar). La solución de problemas y las operaciones de cálculo generalmente se ejecutan a nivel de esta limitada capacidad de MCP. Esta función a la que se denomina "memoria operatoria", procesa la información en serie (o sea, una operación al mismo tiempo) y no de modo simultáneo (o sea, varias operaciones al mismo tiempo).
1.3 Uno de los aspectos más significativos del sistema es la memoria a largo plazo (MLP) (llamada base de datos), en la cual la gente almacena todo lo que sabe acerca del mundo. Uno de los rasgos más interesantes de esta "base de datos" estriba en dos hechos: su capacidad aparentemente ilimitada y la dificultad encontrada hasta ahora para recuparar la informción almacenada. Otro aspecto muy significativo de la MLP es su alto grado de organización. Casi todo lo que se sabe acerca de algo está relacionado de algún modo con cada una de las cosas que se conocen.
2. Los Procesos de Control. Hay dos conjuntos de procesos de control. Uno de ellos dirige las búsquedas en la base de datos, opera con ella y difunde la información entre los almacenes de información. Este conjunto de procesos de control recibe el nombre común de procesos interpretativos. Estos desempeñan un papel significativo en la solución de problemas, en el recuerdo y en el reconocimiento, así como en la comprensión del lenguaje y en las operaciones de cálculo. Estos procesos capacitan a los seres humanos para pensar de un modo deductivo, inductivo, analógico y algorítmico. Sin ellos, la mayor parte de lo que conocemos sería información inútil, no importa cuán bien ni cómo haya sido aprendida.
El otro conjunto de procesos de control opera como un supervisor del sistema, que toma decisiones ejecutivas orientadas a que la búsqueda rinda buenos resultados; supervisa también la localización en la MLP de partículas específicas de información así como la cantidad de esfuerzo requerida para la búsqueda y otras operaciones. Este conjunto de procesos de control es conocido como sistema monitor; este sistema es el que tiene la capacidad de metamemoria (la de conocer lo que sabe).

2. La Psicología Cognitiva también se ha ocupado de estudiar los procesos con los que el individuo opera sobre los datos. Para García-Mila y Martínez (1991), una de las líneas de investigación más fructíferas en esta área se ha orientado hacia la determinación de las diferencias entre expertos y novatos en la solución de problemas de texto y la ejecución de tareas específicas, con el fin de desarrollar modelos explícitos de procesamiento y representación de la información. Estos modelos son de dos tipos: 1) los modelos psicológicos, los cuales pretenden simular la forma del pensar humano y, por tanto, entender

mejor los procesos de aprendizaje, y 2) los modelos de Inteligencia Artificial, los cuales apuntan a resolver los problemas o tareas con éxito, independientemente del proceso seguido para conseguirlo. El fin de esto últimos es diseñar sistemas expertos para facilitar el aprendizaje de los seres humanos o bien, automatizar su razonamiento [la metodología más usada es el análisis de protocolos obtenidos al pensar en voz alta].
Los trabajos pioneros en esta área consisten en determinar las diferencias cuantitativas en los procesos de solución de problemas entre los expertos y los novatos; estas diferencias cuantitativas permiten inferir las distintas estrategias utilizadas en las solución de problemas tales como: 1) el tiempo empleado por expertos en hacer un análisis cualitativo previo a las operaciones algebraicas; 2) la forma de trabajar de los novatos y la de los expertos; sin embargo, para determinar las distintas representaciones mentales de conocimiento elaboradas por novatos y expertos es necesario estudiar sus diferencias cualitativas cuando solucionan problemas. Estas diferencias cualitativas se han determinado mediante el método de categorización de problemas.
La transformación de novato a experto se da, no por medio de la acumulación de conocimientos, sino a través de una mejor estructuración cualitativa de este conocimiento.

3. En cuanto a las relaciones entre estructura y procesos, se ha encontrado que, afirma Pérez Gómez (1985), en el conocimiento científico cabe distinguir entre la estructura semántica de una disciplina (el conjunto de contenidos conceptuales relacionados entre sí de una manera determinada) y la estructura sintáctica (el conjunto de métodos y procedimientos que definen la lógica de la investigación específica en tal área del conocimiento). Del mismo modo, en la estructura de la memoria humana cabe diferenciar los cuerpos organizados de conocimiento y los procesos metodológicos que utiliza el individuo para adquirir, incrementar y aplicar dicha información.
Así, se tienen dos tipos de conocimiento; (a) Conocimiento proposicional (figurativo) la estructura organizada de cuerpos de conocimiento, los datos almacenados de la memoria; se refiere a información relacional sobre los conceptos; (b) Conocimiento operativo, algorítmico, capacidades de actuación mental, métodos y estrategias de procesamiento; se refiere a procedimientos en el sentido de configurar operaciones.
De modo que, en cuanto a la vinculación entre estructura y procesos, la Psicología Cognitiva basada en el Modelo de Procesamiento de Información, ha desarrollado dos vertientes; por una parte, está la díada "conocimiento declarativo-conocimiento procedimental", que alude al contenido de la estructura cognitiva; y, por la otra, está la controversia entre "procesamiento controlado y procesamiento automatizado", la cual tiene que ver con el modo como el individuo opera con los datos que están contenidos en aquella estructura.

El conocimiento declarativo es conocimiento factual acerca del significado o las características perceptuales de las cosas; mientras que el conocimiento procedimental es conocimiento de cómo hacer algo, desde pronunciar una palabra, manejar un carro, transformar y recitar (rehearsing) información en la memoria de trabajo, ensamblar nuevos métodos de solución de problemas y monitorear la efectividad con la cual dichos métodos son implementados. Organizar teoremas geométricos en una secuencia para lograr una cierta demostración, por ejemplo, requiere conocimiento procedimental. Así que la Psicología Cognitiva ha definido dos tipos de conocimientos: el conocimiento declarativo [el saber qué], el cual corresponde a conocimientos sobre hechos y cosas, y el conocimiento procedimental [el saber cómo], el cual se refiere a cómo llevar a cabo ciertas actividades cognitivas

La Visión Psicométrica de la Inteligencia y sus Limitaciones

Desde un punto de vista psicométrico, se considera que la inteligencia comprende una o más entidades estables, fijas, llamadas factores, las cuales son las que explican las diferencias individuales que se observan, tanto en la ejecución de los tests para medir Coeficiente Intelectual como en la ejecución de los estudiantes en las pruebas y demás tareas escolares.

Sternberg (1984, Septiembre) cuestiona el inmovilismo de esta visión por cuanto que la misma sugiere muy poco acerca de la modificabilidad de la inteligencia; por ello, plantea un enfoque alternativo el cual concibe a la inteligencia como constituida por un conjunto de procesos y de estrategias subyacentes para combinar esos procesos; de esta manera Sternberg arriba a una visión no estática sino dinámica de la inteligencia concibiéndola como mejorable por la vía de la intervención a nivel de esos procesos mentales y enseñándole a los individuos qué procesos usar, cuándo y cómo usarlos, y cómo combinarlos en estrategias que puedan aplicarse y funcionar en la ejecución de tareas intelectualmente exigentes.

Inicialmente, Sternberg (1980, Septiembre; 1984, Septiembre) planteaba una teoría que buscaba "comprender la inteligencia en términos de los procesos componentes que constituyen la ejecución intelectual" (1984, Septiembre; p. 38). Sus estudios e investigaciones posteriores lo llevaron a formular una concepción más global, holística, de la inteligencia a la cual denominó Teoría Triárquica de la Inteligencia (Sternberg, 1985). Plantea Sternberg (1988) que el modelo triárquico de la inteligencia lo integran tres partes básicas. La primera parte de la teoría, una subteoría contextual, trata de las relaciones de la inteligencia con el mundo externo del individuo; la segunda parte de la teoría, una subteoría experiencial, trata de las relaciones de la inteligencia con la experiencia; y, la tercera parte, una subteoría componencial, la cual trata de las relaciones entre la inteligencia y el mundo interno del individuo.

La subteoría contextual especifica que la conducta inteligente es definida, en gran parte, por el contexto sociocultural en donde tiene lugar dicha conducta, así que las conductas son consideradas inteligentes en función de la cultura particular que les sirve de contexto; desde este punto de vista, la inteligencia se relaciona con el mundo externo del individuo planteándose la interrogante de qué conductas son inteligentes, para quién y dónde estas conductas son inteligentes. Esta subteoría especifica el conjunto potencial de contenidos de conductas que pueden ser caracterizadas como inteligentes.

Por ello, dice Sternberg (1985), "la subteoría contextual es relativística con respecto tanto al individuo como al ambiente y escenarios socioculturales donde él vive. Lo que constituye un acto inteligente puede diferir de una persona a otra.

La subteoría experiencial, por su parte, vincula la inteligencia para llevar a cabo una determinada tarea o enfrentar una situación dada, con el monto de experiencia que tenga el individuo con respecto a dicha tarea o situación. El propio Sternberg (1988) señala que la inteligencia de una persona con las tareas o situaciones que demandan o exigen una conducta contextualmente inteligente por parte de un sujeto, se evidencia en: (a) su habilidad para tratar con tareas o situaciones relativa (pero no totalmente) nuevas; y, (b) el grado de automatización con el cual ejecute las respuestas que la tarea o situación exige. Así, Sternberg (1985) relaciona la conducta inteligente con la experiencia que el sujeto tenga con la situación o tarea que demanda dicha conducta; y en este continuo identifica una zona dentro de la cual la situación o tarea no es enteramente nueva y, tampoco, tan conocida por el sujeto como para automatizadamente afrontarla de modo exitoso; es en este espacio entre la relativa novedad y la preautomatización donde más se evidencia la inteligencia, experiencialmente considerada. Se tiene entonces que, señala Lohman (1989), la inteligencia está relacionada con la experiencia que cada individuo tiene con respecto a una tarea o situación; de aquí que la subteoría experiencial sea relativística con respecto a los puntos del continuo de experiencias del sujeto en los cuales la novedad y la automatización sean relevantes para éste. En resumen, como lo plantea Sternberg (1985) la subteoría experiencial relaciona la inteligencia tanto con el mundo interno como con el mundo externo del individuo; responde la interrogante de cuándo la conducta es inteligente. Esta subteoría especifica la relación entre inteligencia (tal como es exhibida en una tarea o en una situación), por un lado, y el monto de experiencia que el sujeto tenga con respecto a la tarea o situación, por el otro.

Para completar la "triarquía" de especificaciones que definen la medida en la cual una conducta dada es inteligente, Sternberg postula una subteoría componencial con la cual se plantea "describir los mecanismos de pensamiento que podrían ser usados en cualquier acto inteligente" (Lohman, 1989; p. 355); en efecto con la subteoría componencial, Sternberg (1984, 1985, 1988) se propone

especificar los mecanismos mentales (estructuras y procesos cognoscitivos) que son responsables de la conducta inteligente.

A diferencia de las subteorías contextual y experiencial, que son relativísticas, Sternberg (1985) considera que la subteoría componencial es universal porque, según él aunque los individuos pueden diferir en cuanto a los mecanismos mentales que ellos aplican a una tarea o situación dada, el conjunto potencial de mecanismos mentales que subyacen a la inteligencia es el mismo a través de todos los individuos y escenarios socioculturales.

El carácter triárquico de la inteligencia humana queda de manifiesto cuando las tres subteorías (contextual, experiencial y componencial) se utilizan conjuntamente en la explicación de los actos inteligentes de los seres humanos; de este modo, señala Sternberg (1985) una conducta contextualemtne apropiada, emitida en los puntos relevantes del continuo experiencial del sujeto, es inteligente en función de la medida en la cual dicha conducta involucra cierta clase de procesos mentales: los componentes. Así que la subteoría componencial relaciona la inteligencia con el mundo interno del individuo y responde la interrogante de cómo es generada la conducta inteligente. En particular, la subteoría especifica el potencial conjunto de mecanismos mentales que subyacen a la conducta inteligente, independientemente del contenido conductual particular.

Pero, ¿qué son los componentes?. Estos constituyen la unidad básica de análisis para explicar las fuentes de diferencias individuales en la conducta inteligente; así que los componentes son mecanismos mentales de procesamiento de información que operan sobre representaciones internas de objetos o símbolos, llevando a cabo alguna de las siguientes acciones: traducir un input sensorial en una representación mental, transformar una representacion conceptual en otra, o traducir (translate) una representación mental en un output motor.

Los componentes pueden ser clasificados según la función que cumplen: (a) planificar, supervisar, evaluar y tomar decisiones con respecto a la ejecución de una tarea; (b) ejecutar efectivamente alguna tarea; y, (c) aprender cosas nuevas. Estas funciones cumplidas por los componentes dan lugar a sendas clases: (a) metacomponentes; (b) componentes de ejecución; y, (c) componentes de adquisición de conocimientos. A continuación se describirá cada una de estas clases de componentes.

1. Metacomponentes: son procesos de orden superior o ejecutivos que usamos para planear lo que vamos a hacer, supervisar lo que estamos haciendo y evaluar lo que hemos hecho.

Luego, los metacompontes controlan el procesamiento de información de uno y lo capacitan para monitorearlo y, más tarde, evaluarlo

2. Componentes de Ejecución: mientras que los metacomponentes deciden qué hacer, los componentes de ejecución efectivamente lo hacen. Esto quiere decir que los componentes de ejecución son los que efectivamente ejecutan los planes construidos por los metacomponentes.

3. Componentes de adquisición de conocimientos: son los procesos usados para aprender nuevo material. Estos son los componentes que codifican y combinan selectivamente nueva información y comparan selectivamente la nueva información con la vieja información, a fin de permitir que el aprendizaje de la nueva información tenga lugar.

En resumen, la subteoría componencial hipotetiza la existencia de tres tipos de procesos que, por sus funciones, se clasifican en: metacomponentes: los cuales controlan el procesamiento y lo capacitan a uno para monitorearlo y evaluarlo; componentes de ejecución, los cuales ejecutan planes ensamblados por los metacomponetes; componentes de adquisición de conocimientos, los cuales codifican y combinan selectivamente la nueva información y selectivamente comparan la nueva información con la vieja información.
A continuación se muestra una breve caracterización de los diferentes componentes que conforman la subteoría componencial, tal como Sternberg (1985) lo hace en la obra donde este autor presenta su teoría de la inteligencia humana (Sternberg, 1985).

Metacomponentes.
1. Decisiones en cuanto, justamente, a lo que hay en el problema que necesita ser resuelto. Esto tiene que ver con el reconocimiento y la definición de la naturaleza del problema.
2. Selección de los componentes de orden inferior. Seleccionar los procesos necesarios para resolver el problema. Un individuo debe seleccionar un conjunto de componentes de orden inferior para usarlos en la solución de una tarea dada. Seleccionar un conjunto de componentes no óptimos puede conducir a una ejecución incorrecta o ineficiente de la tarea. En algunos casos, la elección de componentes puede ser atribuible parcialmente a la disponibilidad o accesibilidad diferencial de varios componentes. Por ejemplo, los jóvenes pueden carecer de ciertos componentes que son necesarios o deseables para llevar a cabo tareas particulares, o ellos aún no pueden ejecutar estos componentes en la forma que sea suficientemente eficiente para facilitar la solución de la tarea. Otras veces la falla para ejecutar los componentes necesarios para resolver una tarea puede deberse a una deficiencia en el conocimiento necesario para la ejecución de esos componentes.
3. Selección de una o más representaciones u organizaciones de la información. Un componente dado frecuentemente puede operar sobre una cualquiera de varias representaciones u organizaciones posibles diferentes de la información. La eleción de la representación u organización (lingüística, visual, espacial) puede facilitar o impedir la eficacia con la cual los componentes operan.
4. Selección de una estrategia para combinar los componentes de orden inferior (secuenciar los procesos en una estrategia óptima). En sí misma, una lista

de componentes es insuficiente para ejecutar una tarea. Uno debe también secuenciar estos componentes en una forma que facilite la ejecución de la tarea, decidir cómo cada componente será usado, y decidir cuáles componentes ejecutar en serie (uno a continuación de otro) y cuáles ejecutar en paralelo (simultáneamente).
5. Decisiones respecto a la distribución (allocation) de los recursos atencionales. Cada una de las tareas y componentes usados en la ejecución de tareas recibe sólo una limitada proporción de los recursos de atención totales del individuo. Mayores limitaciones pueden dar lugar a una calidad reducida en la ejecución. En particular uno debe decidir cuánto tiempo invertir (asignar) a cada tarea componente y cuánto la restricción de tiempo afectará la calidad de la ejecución del componente particular. Uno trata de distribuir el tiempo a través de varios componentes de ejecución de tareas de manera que maximice la calidad del producto total.
6. Monitoreo de la solución (monitorear y evaluar el proceso de solución de uno). A medida que un individuo procede a la solución de un problema, debe conservar la pista de lo que ya ha hecho, lo que está actualmente haciendo, y lo que aún necesita hacer. Si las cosas no están progresando como uno espera, es necesario un enjuiciamiento del progreso de uno, y uno puede aun tener que considerar la posibilidad de cambiar de metas. Frecuentemente la persona necesita formularse metas más realistas a medida que comprende que las viejas metas no pueden ser alcanzadas. En la solución de problemas, los individuos algunas veces encuentran que ninguna de las opciones de respuestas disponibles proporciona la respuesta correcta. El individuo debe entonces decidir si reejecuta ciertos procesos que puedieron haber sido ejecutados erróneamente o elegir la mejor de las opciones disponibles.
7. Sensibilidad ante el feedback externo (responder adecuandamente al feedback externo). Este tipo de feedback proporciona un valioso medio para mejorar la ejecución de la tarea. La habilidad para comprender el feedback, para reconocer sus implicaciones, y luego actuar en función de ello es una habilidad clave en la ejecución de tareas.

Componentes de ejecución
Son usados en la ejecución de varias estrategias para llevar a cabo la tarea. Tienden a organizarse a si mismos en etapas de solución de tareas que parecen ser bastante generales a través de las tareas: codificación de estímulos, comparación de o combinación entre estimulos, y respuesta.
Componentes de codificación: son aquellos que tienen que ver con la percepción inicial y el almacenamiento de la nueva información. Cambios cualitativos y cuantitativos en la codificación parecen constituir una fuente principal de desarrollo intelectual.

Componentes de comparación y combinación. Estos componentes están involucrados en la conjunción (putting together) o comparación de información.
Componentes de respuesta. (responder efectivamente a nuevas clases de tareas y situaciones, aplicar viejas relaciones a nuevas situaciones).
Componentes de adquisición de conocimientos
Son procesos usados para ganar nueva información.
Codificación selectiva. implica la separación de la información relevante de aquella que es irrelevante. Cuando la nueva información es presentada en un contexto natural, la información relevante para un propósito dado de uno, está inmersa en medio de una gran cantidad de información irrelevante para nuestro propósito. Una tarea clave para el aprendiz es la de separar "el trigo de la paja": reconocer justamente aquella información entre todas las piezas de información presentadas que es relevante para los propósitos de uno.
Combinación selectiva. Implica la combinación de información selectivamente codificada de manera tal que forme una totalidad integrada, plausible. Simplemente separar la información relevante de la irrelevante no es suficiente para generar una nueva estructura de conocimiento. Uno debe conocer cómo combinar las piezas de información en una totalidad internamente conectada.
Comparación selectiva. Implica relacionar la información recientemente adquirida o recuperada con la información adquirida en el pasado. En el caso de la información recientemente adquirida, se ve una relación entre algo que acaba de ser codificado y algo que fue codificado en el pasado. En el caso de la información recientemente recuperada, un item ya almacenado en la memoria es relacionado con algún otro item y de ese modo llega a ser comprendido de una nueva manera. Decidir cuál información codificar y cómo combinarla no ocurre en el vacío. Por el contrario, la codificación y combinación de nuevo conocimiento son guiados por la recuperación de la vieja información. La nueva información será totalmente inútil si no puede ser relacionada de algún modo con el viejo conocimiento con el fin de formar una totalidad externamente conectada.

Síntesis

En este trabajo se ha brindado una panorámica del surgimiento, desarrollo y estado actual de las Ciencias Cognitivas, con el fin de ofrecerlas como un contexto en cuyo marco pueda ser interpretada una visión del aprendizaje que abre la caja negra skinneriana, y considera los procesos de pensamiento que el aprendiz activa cuando lleva a cabo Tareas Intelectualmente Exigentes (González, 1998). Se entatiza la Teoría Triárquica de la Inteligencia propuesta por Robert Sternberg por su potencia para abordar los procesos de monitoreo, supervisión y control de la actividad cognitiva propia, correspondientes al ámbito de la Metacognición (González, 1996).

Capítulo 5

Perspectivas actuales de la investigación en el área cognoscitiva

Lisette Poggioli

En este trabajo se presenta una breve perspectiva teórica de las habilidades cognitivas para posteriormente hacer referencia a la investigación desarrollada en este campo, específicamente en áreas tales como la adquisición del conocimiento, la solución de problemas y la metacognición.

Introducción

Hallazgos recientes reportados en la literatura por psicólogos cognitivos e instruccionales señalan que las habilidades de los individuos para procesar información constituyen un factor fundamental para el desarrollo de destrezas de comprensión, aprendizaje y retención. Este cambio en la conceptualización de tales procesos enfatiza las habilidades de procesamiento que los individuos traen consigo a la situación de aprendizaje y se aleja cada vez más de la posición que concibe al aprendiz como un receptor pasivo de información.

La influencia de la "revolución cognitiva" ha caracterizado a la investigación psicológica y educativa de las últimas décadas. La mente humana ha sido redescubierta, o dicho de otra manera, redimensionada. El aprendizaje, la memoria, el razonamiento, el pensamiento, entre otros constructos, se han constituido en objetos fundamentales de estudio científico. Igualmente, la naturaleza y el desarrollo de las habilidades cognitivas humanas están siendo examinadas desde diferentes perspectivas (Poggioli, 1989).

El impacto del enfoque cognitivo ha generado un interés especial por el papel del aprendiz como participante activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, atribuyéndosele gran relevancia al análisis de todas aquellas actividades en las cuales se involucra con el fin de seleccionar, adquirir, organizar, recordar e integrar conocimiento. Se parte del supuesto que los aprendices cuando reciben información novedosa, la procesan, la almacenan y posteriormente la recuperan para aplicarla a nuevas situaciones de aprendizaje. En este sentido, su papel es el de un organismo que procesa, interpreta y sintetiza de manera activa la información que recibe utilizando para ello una amplia variedad de estrategias de procesamiento, almacenamiento y recuperación.

Habilidades Cognitivas: una Perspectiva Teórica

Antecedentes

Durante muchos años, el estudio del aprendizaje humano estuvo dominado por el enfoque asociacionista. Esta perspectiva concibió el aprendizaje como el resultado de asociaciones entre estímulos o entre estímulos y respuestas tal y como lo propuso Thorndike (1913, 1931) o como el resultado del establecimiento de patrones de reforzamiento tal y como lo concibió Skinner (1957) con su teoría sobre el condicionamiento operante.

Thorndike señaló que los individuos adquieren nuevas asociaciones a través de un proceso de ensayo y error en el cual las asociaciones que son recompensadas se fortalecen, mientras que aquéllas que son ignoradas o no reforzadas, se debilitan y desaparecen gradualmente. En tal sentido, los investigadores trataron de determinar empíricamente cuáles asociaciones eran más fáciles de formar y cuáles las más difíciles lo cual generó, en consecuencia, implicaciones para el aprendizaje y la enseñanza.

Skinner y sus seguidores señalaron, por una parte, que una ciencia de la mente no era posible ya que los eventos mentales no pueden observarse y por otra, que es el ambiente y no el aprendiz quien determina el aprendizaje, hecho que generó una dependencia total en los efectos de los eventos externos como determinantes de lo que se aprende. Estas proposiciones hicieron que el énfasis del proceso enseñanza-aprendizaje se centrara en el docente y en los objetivos de aprendizaje como componentes del ambiente en el cual se desenvuelven los aprendices. Los supuestos de la teoría de Skinner llevaron a desarrollar una tecnología del proceso enseñanza-aprendizaje en la cual se organiza la práctica en secuencias cuidadosamente ordenadas con el fin de que los individuos adquieran gradualmente los elementos de una conducta nueva y compleja sin cometer errores en el transcurso de su adquisición.

Como ya se ha señalado, durante un largo período de tiempo, casi toda la investigación sobre el aprendizaje se ha realizado dentro del marco asociacionista. La investigación tradicional en esta corriente se centró principalmente en el aprendizaje animal originando que los estudios se refirieran en esencia al análisis de formas de aprendizaje relativamente simples. Incluso en la investigación acerca del aprendizaje humano, los estudios utilizaron tareas simples que involucraban memorización más que comprensión (Shuell, 1986).

El enfoque cognitivo, por su parte, intenta analizar y comprender cómo la información que se recibe, se procesa y se estructura en la memoria. Con el interés desarrollado por el papel que tienen los procesos de transformación y organización de la información que ocurren en el aprendiz, la atención de los investigadores ha sido reorientada hacia el análisis de las actividades que éste realiza cuando aprende. La gran mayoría de los estudios iniciales constituyeron esfuerzos por examinar el rol que tiene el aprendiz en la facilitación de su aprendizaje y el énfasis se centró en el examen de las estrategias mnemotécnicas. Basados en el éxito de estas investigaciones pioneras en el área, algunos

investigadores se dedicaron a analizar los procesos subyacentes a este tipo de estrategia y a determinar su efectividad (Bower, 1970; Paivio, 1971). Las tareas utilizadas en estos estudios incluyeron el aprendizaje de listas de pares asociados de palabras, listas de ítemes aislados y tareas de recuerdo libre y estaban referidas a tareas de laboratorio más que al tipo de situación que confrontan los aprendices en la vida diaria (Glaser, 1982). En la actualidad, el énfasis de las investigaciones se ha reorientado hacia el análisis de tareas ecológicamente válidas, especialmente de aquéllas relacionadas con contextos académicos (Dansereau, 1988; DiVesta, 1989).

El Aprendizaje como Cognición

Las concepciones teóricas contemporáneas conciben al aprendizaje como un conjunto de procesos que tienen por objeto el procesamiento de información. Una vez que el estímulo proveniente de fuentes externas llega a los registros sensoriales (RS) del individuo, es transformado en patrones que contienen información. Esta se transmite a través de canales y está limitada por la capacidad de los mismos. La codificación de la información se puede utilizar como un medio para superar las limitaciones de la capacidad de los canales. El procesamiento de la información con frecuencia se realiza en forma serial, pero también se puede llevar a cabo en paralelo (Lachman y Butterfield, 1979). Estas y otras ideas se han aplicado con éxito a la investigación sobre el funcionamiento del intelecto humano. Pero quizás el aporte más significativo ha sido el brindado por los científicos del área de la Inteligencia Artificial que conciben al computador como un sistema de manejo de símbolos y quienes han construido una analogía con las operaciones de la cognición humana.

Para los teóricos cognitivistas, el aprendizaje es un proceso activo, constructivo y orientado hacia metas que depende de las actividades mentales del aprendiz. En este sentido, los trabajos de investigación se han orientado hacia el examen del papel de procesos metacognitivos tales como la planificación y el establecimiento de metas y submetas en la ejecución de una determinada tarea (Flavell, 1981), la selección activa de estímulos, el papel del aprendiz en la organización de la información que recibe aún cuando no estén presentes de manera explícita en la información presentada las bases para su organización (Bjorklund, Ornstein y Haig, 1977), la generación o construcción de respuestas apropiadas (Wittrock, 1974) y el uso de diferentes estrategias de aprendizaje (Weinstein y Mayer, 1985).

Las nuevas teorías sobre la adquisición del conocimiento han tratado de explicar el papel fundamental de las construcciones mentales y las interpretaciones de los individuos durante los eventos de aprendizaje. El papel de las inferencias en la comprensión de textos, la evidencia de que los sujetos inventan procedimientos o algoritmos para ejecutar determinadas tareas y la caracterización de los sujetos expertos en la solución de problemas como individuos que re-

formulan los mismos antes de comenzar a trabajar en ellos, son hechos que apuntan hacia el papel activo del aprendiz cuando adquiere nuevo conocimiento. Los individuos parecen trabajar en función de la información que poseen y tratan de alcanzar soluciones factibles y explicaciones posibles dentro de los límites de su conocimiento (Resnick, 1981). De esta manera, los aprendices, al tratar de comprender textos o resolver problemas, organizan y estructuran la información que reciben aunque ésta sea incompleta o imprecisa.

La Estructura de la Memoria

Aunque ha habido mucho discusión entre los teóricos cognitivistas acerca de la naturaleza exacta de la estructura de la memoria, existen muchos modelos basados en la estructura básica propuesta por Atkinson y Shiffrin (1968).

Los Registros Sensoriales (RS)

Los registros sensoriales o filtros de entrada representan un componente del sistema de memoria que se asocia con los sentidos. Son almacenes de memoria de muy poca duración que funcionan para mantener la información, que llega a través de los sentidos, por períodos muy cortos de tiempo.

La Memoria a Corto Plazo (MCP)

Este tipo de memoria almacena cantidades limitadas de información por un período breve de tiempo. Si los ítemes aislados almacenados en la MCP no reciben un procesamiento posterior, desaparecen en aproximadamente veinte segundos (Peterson y Peterson, 1959).

Cuando la MCP recibe la información que le llega al aprendiz a través de los sentidos, este tipo de memoria se denomina memoria primaria que almacena la información de manera transitoria. Sin embargo, otros procesos que tienen lugar en la MCP hacen pensar que ésta opera como una memoria de trabajo que cumple varias funciones. Una de ellas es la comparación de la información que se recibe con la que está almacenada en la memoria a largo plazo (MLP), la cual es recuperada y llevada a la MCP de manera que la unidad de información se aparee con la otra y pueda ser así reconocida. Otra función es la combinación o integración del material a ser aprendido con un cuerpo organizado de conocimiento almacenado en la MLP. Una tercera función y la más conocida es la función de ensayo. Este proceso interno de repetir o practicar el material recibido en la MCP permite que los ítemes recién codificados se mantengan por períodos más largos de veinte segundos, de lo contrario, la información se perderá (Gagné y Glaser, 1987).

La Memoria a Largo Plazo

Algunos teóricos consideran que la MLP está conformada por dos componentes: la memoria episódica y la memoria semántica. Bower (1975) señala que en la MLP se encuentran estructuras tales como (1) modelos espaciales del mundo que nos rodea, incluyendo representaciones correspondientes a imágenes de objetos y lugares, (2) conceptos de objetos y sus propiedades y las reglas que

los relacionan, (3) creencias acerca de la gente, de nosotros mismos y destrezas de interacción social, (4) actitudes y valores hacia eventos y objetivos sociales, (5) destrezas motoras, (6) destrezas de solución de problemas y (7) destrezas para comprender el lenguaje, la música y la pintura. Por su parte, Gagné y Glaser (1987) consideran que aunque el listado de Bower es lo suficientemente comprehensivo, sugieren que hay otros tipos de conceptualización acerca del contenido de la MLP que merecen especial atención. Estos son las imágenes, el conocimiento declarativo, el conocimiento procedimental, los esquemas y las habilidades cognitivas.

Gagné (1984) señala que las habilidades humanas constituyen los resultados del aprendizaje y plantea que además del conocimiento declarativo (información verbal) y el conocimiento procedimental (destrezas intelectuales), existen otras habilidades como las estrategias cognitivas, las destrezas motoras y las actitudes. Las dos últimas han sido consideradas como productos del aprendizaje por mucho tiempo; sin embargo, las estrategias cognitivas han comenzado a examinarse más recientemente considerándose que constituyen habilidades que permiten el control interno de otros procesos involucrados en el aprendizaje, el recuerdo y el pensamiento.

Hasta ahora se ha hecho referencia al aprendizaje y a procesos de aprendizaje referidos a la adquisición de información que permite a los individuos funcionar en su vida cotidiana. A continuación se hará referencia al aprendizaje que facilita y subyace a la ejecución de los seres humanos en actividades mentales más complejas como las involucradas en el uso de estrategias cognitivas en la adquisición del conocimiento, la solución de problemas y en los procesos de autorregulación.

Adquisición del Conocimiento

Algunos autores han señalado que los cambios en los resultados del aprendizaje se rigen por la interacción entre cuatro grupos de variables: (1) las actividades o estrategias del aprendiz que éste utiliza para codificar, almacenar y evocar información, (2) las características del aprendiz, atributos individuales que posee y que influyen los procesos de codificación, almacenamiento y recuperación de la información, (3) los materiales de aprendizaje, el tipo de material, su naturaleza, estructura, longitud, nivel de dificultad, etc., y (4) la tarea criterio, tipo de prueba - cuantitativa o cualitativa - que se utiliza para evaluar el aprendizaje (Bransford, 1979; Jenkins, 1979).

Estas clases de variables conforman lo que se ha denominado el modelo tetrahedral del aprendizaje y su rasgo más importante lo constituye la naturaleza interactiva de las variables que lo conforman. En tal sentido, una estrategia específica utilizada por un aprendiz con baja habilidad verbal puede promover un tipo de ejecución mientras que la misma estrategia utilizada por un sujeto con alta habilidad verbal puede generar una ejecución muy diferente.

En el área de las estrategias de adquisición del conocimiento se encuentran todas aquellas actividades mentales que puede desplegar un aprendiz con el fin de codificar, almacenar y evocar información. En tal sentido, se puede incluir en esta categoría a las estrategias de ensayo, elaboración y organización.

Estrategias de Ensayo

En los estudios realizados sobre el desarrollo de la memoria existen dos tendencias claramente diferenciadas. La primera se refiere a las estrategias que utilizan los individuos para ensayar o practicar la información que reciben y que están directamente relacionadas con su habilidad para transferir la información a su sistema de memoria. La segunda enfatiza el papel de los contenidos del sistema de memoria permanente o conocimiento base y su influencia en la adquisición y retención de información (Chi, 1978).

La investigación en el área de la memoria se ha centrado fundamentalmente en el procesamiento de información tanto en su comprensión inicial y almacenamiento como en su posterior recuperación de acuerdo con las demandas de la tarea criterio. Dentro de este marco, los esfuerzos se han dirigido al examen del desarrollo y utilización de estrategias de retención (Kail y Hagen, 1977; Ornstein, 1978).

Las estrategias de ensayo se pueden agrupar en (1) estrategias que promueven la atención hacia aspectos relevantes del material y la tarea y que conducen a representaciones más elaboradas y significativas y (2) estrategias que enfatizan la organización del material durante el aprendizaje y el recuerdo. Mientras que las estrategias de codificación facilitan la adquisición de las características estructurales del material en el momento de su presentación, las estrategias de organización son más útiles durante el proceso de evocación ya que le permiten al aprendiz tener acceso a la información almacenada en la memoria (Waters y Andreassen, 1983).

Los estudios reportados en la literatura sobre el uso de estrategias de memoria se han centrado en los siguientes aspectos:

1. La utilización espontánea de estrategias de ensayo por parte de niños pequeños,
2. El entrenamiento en estrategias de ensayo y el mantenimiento de las estrategias entrenadas en el tiempo,
3. El comportamiento de los niños de diferentes edades cuando deben ensayar o practicar una lista de ítemes,
4. El efecto del entrenamiento en estrategias de ensayo en las pruebas de recuerdo,
5. El tipo de ensayo que realizan los sujetos cuando deben memorizar una lista de ítemes.

Chi (1985) propone que el uso de las estrategias de memoria no es sólo una cuestión de si el individuo posee o no la estrategia o de si la puede utilizar o no según su edad y su nivel de maduración. Más bien, el uso de las estrategias de memoria interactúa de manera compleja con el conocimiento del individuo de forma tal que es este conocimiento lo que facilita la adquisición y el uso de estrategias de memoria apropiadas.

En las pruebas de recuerdo libre se presenta una lista de ítemes y se pide a los sujetos que las evoquen en el orden en que ellos prefieran. La secuencia del recuerdo puede revelar la organización que los sujetos imponen a los ítemes estímulo. Debido a que el orden de la secuencia de los ítemes evocados no es el mismo que el de la secuencia presentada, se supone que los sujetos realizan algún tipo de organización o de reordenamiento que es compatible con su organización mental interna.

Los estudios de Chi (1977, 1978, 1985) evidencian el papel del conocimiento base en la ejecución de los sujetos en pruebas de recuerdo. Esta autora encontró que tanto las diferencias en el uso de las estrategias como las diferencias en el conocimiento base contribuyen al desarrollo de cambios en la amplitud de la memoria de los sujetos. Al utilizar estímulos que eran igualmente familiares tanto para los niños como para los adultos encontró que las diferencias de edad, en relación con la amplitud de la memoria, prácticamente se eliminaban. Chi concluyó que la ejecución superior de los adultos en tareas típicas para medir la amplitud de la memoria se debe a que éstos poseen mayores grados de familiaridad con los estímulos presentados y no a diferencias en la capacidad de la memoria de trabajo.

Estrategias de Elaboración

Esta categoría de estrategias incluye todas aquellas actividades mentales que permiten realizar alguna construcción simbólica sobre la información que se está tratando de aprender con el fin de hacerla significativa (Weinstein, 1988).

Las estrategias de elaboración se utilizan, generalmente, cuando los materiales estímulo carecen de significado para el aprendiz.

La elaboración puede ser de dos tipos: imaginal y verbal. El uso de imágenes mentales es una de las estrategias más examinadas, particularmente, en el aprendizaje de pares de palabras, de vocabulario de lenguas extranjeras, de vocabulario y sus definiciones, estados y sus capitales, presidentes y el orden en el que gobernaron, ocupaciones, ciudades y sus productos, funciones de varias sustancias químicas, personas famosas y sus logros (Levin, 1981).

Entre los resultados de las investigaciones en las que se entrevistó a los sujetos con el fin de indagar acerca del uso de estrategias de elaboración imaginal se pueden señalar los siguientes: (1) existen diferencias individuales en el uso de las estrategias de elaboración imaginal, con algunos sujetos que reportan una actividad elaborativa y otros no, (2) la proporción de sujetos que reportan

haber elaborado sobre el material incrementa a medida que los sujetos se hacen mayores, y (3) el uso de estrategias de elaboración está consistentemente asociado con la ejecución en tareas de aprendizaje de alto nivel.

Las estrategias de elaboración verbal se refieren básicamente a aquellas actividades que se desarrollan para aprender información contenida en textos. Tienen como objetivo la formación de un vínculo entre información ya aprendida (conocimiento previo) y la contenida en un texto (conocimiento nuevo) con el fin de incrementar su procesamiento y por ende, su comprensión y aprendizaje. Esta categoría de estrategias incluye actividades tales como parafrasear, hacer inferencias, extraer conclusiones, utilizar métodos de comparación y contraste, hacer predicciones y verificarlas, relacionar el contenido con el conocimiento previo, pensar en analogías, generar notas, hacer y responder preguntas, utilizar la estructura del texto y resumir (Weinstein, Ridley, Dahl y Weber, 1988-1989).

En un estudio realizado por Dicillo y Poggioli (1992) se compararon estrategias de elaboración verbal e imaginal en el aprendizaje individual y de grupos cooperativos en niños de la segunda etapa de la Educación Básica. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos (imaginal y verbal) que elaboraron sobre el material leído ya que ambos grupos obtuvieron medias similares en la prueba de comprensión de lectura. Tales resultados llevan a concluir que lo importante es la elaboración que se haga sobre el material independientemente de si ésta es de naturaleza imaginal o verbal.

En líneas generales se puede afirmar que la investigación en el área de las estrategias de elaboración se ha diseñado para explorar cómo los sujetos aprenden nueva información, pudiéndose señalar, a manera de conclusión, que cuando los aprendices se involucran en actividades de elaboración - imaginal o verbal - su comprensión y aprendizaje de la información recibida incrementa significativamente.

Estrategias de Organización

Las estrategias de organización se refieren a aquellos procedimientos utilizados por el aprendiz para transformar la información a otra forma que sea más fácil de comprender. El efecto facilitador se le atribuye al procesamiento involucrado en lograr dicha transformación así como también a la estructura impuesta a la información. Esta categoría de estrategia, al igual que la de elaboración, exige del aprendiz un papel más activo que el requerido por las estrategias de ensayo (Weinstein, 1988).

Varios estudios han evidenciado la importancia de la organización en el aprendizaje y la memoria (Ver Tulving y Donaldson, 1972, para una revisión). La organización es particularmente efectiva cuando se agrupa el material que se debe aprender (Cofer, Bruce y Reicher, 1966). Los resultados de la investiga-

ción en estrategias de organización son similares a los hallazgos reportados sobre las estrategias de ensayo (Moely, 1979a).

Los resultados de los estudios realizados sugieren que las estrategias de organización (1) se desarrollan durante los años de escolaridad, (2) aparecen bajo condiciones limitadas y referidas a ciertos contextos para posteriormente generalizarse con el desarrollo a un cierto rango de condiciones de procesamiento y de materiales. De igual manera, los hallazgos ponen de relieve dos características relacionadas con el sistema de memoria de los niños. Primero, los niños pequeños poseen información disponible en su memoria que podría ser utilizada en la formación de estrategias apropiadas. Aunque está claro que el conocimiento de estos niños es incompleto en relación con el de los niños mayores y los adultos, su ejecución en pruebas de memoria se caracteriza por la discrepancia entre el conocimiento disponible y el uso estratégico de ese conocimiento. Estas deficiencias de producción (Flavell, 1970; Ornstein y Corsale, 1979b; Paris, 1978a) se relacionan con la segunda característica de la memoria de los niños que es la distinción entre aspectos deliberados y automáticos de la ejecución. Aunque parece que los niños más pequeños parecen requerir varios años para utilizar estrategias de memoria deliberadamente, la información disponible en su memoria a largo plazo puede promover el recuerdo si se proveen tareas orientadoras (Brown, 1979).

Cuando las estrategias de organización se aplican a tareas de aprendizaje más complejas como por ejemplo la comprensión y el aprendizaje de textos, se utiliza otro tipo de estrategia con el fin de facilitar la codificación y el recuerdo de la información, tales como identificar las ideas principales y secundarias de un texto o construir representaciones gráficas como por ejemplo, elaborar esquemas, redes semánticas o mapas de conceptos (Jones, Pierce y Hunter, 1988-1989).

Las representaciones gráficas son ilustraciones visuales de materiales en prosa. Muchas representaciones de este tipo son: diagramas de flujo, esquemas, mapas, árboles semánticos, matrices de comparación y contraste, entre otras. Por lo general, constituyen el esquema organizacional subyacente al texto y son importantes porque ayudan al aprendiz a comprender, resumir, organizar y sintetizar ideas complejas de manera que, en muchos casos, sobrepasan la información contenida en enunciados de tipo verbal ya que incluyen conceptos claves y sus relaciones ofreciendo una visión holística de la información que las palabras por sí solas no logran (Van Patten, Chao y Reigeluth, 1986).

Los estudios que han examinado la utilidad de las estrategias de organización han evidenciado que los estudiantes que las usan en tareas de comprensión y aprendizaje de textos, rinden significativamente mejor que los estudiantes que utilizan sus propios métodos.

A partir de los hallazgos reportados en la literatura, se puede afirmar que las estrategias de organización son fundamentales para el logro de un aprendizaje

efectivo ya que el uso de estas estrategias permite (1) la organización de la información mediante la imposición de una estructura por parte del aprendiz, (2) la abstracción de la macroestructura del texto, (3) la construcción de una representación gráfica alternativa del material a aprender, (4) la visualización de la organización general de la información y (5) la reconstrucción de la información.

Solución de Problemas

Entre los objetivos fundamentales de las instituciones educativas, desde el nivel de preescolar hasta el universitario, está el impartir conocimiento y desarrollar habilidades cognitivas, siendo una de las más importantes, la habilidad para resolver problemas.

Las actividades que realizan los individuos cuando resuelven problemas pueden ser analizadas en función de las estrategias cognitivas involucradas. El estudio de la solución de problemas, históricamente, ha recibido una atención esporádica por parte de los psicólogos educativos y de los educadores; sin embargo, a partir de la década de los sesenta, el estudio sobre los procesos del pensamiento y de la solución de problemas se ha convertido en un área de gran relevancia, principalmente, a partir del surgimiento del enfoque de Procesamiento de Información. Greeno (1980) considera que el principal aporte de la investigación reciente en el área de la solución de problemas involucra dos aspectos importantes: (1) un progreso en la formulación de una nueva conceptualización de las relaciones entre la solución de problemas y el conocimiento y (2) el desarrollo de una comprensión diferenciada de los procesos cognitivos involucrados en la solución de problemas.

Naturaleza de la Solución de Problemas

Un problema ha sido definido como una situación en la cual un individuo desea hacer algo pero desconoce el curso de la acción necesaria para lograr lo que quiere (Newell y Simon, 1972) o como una situación en la cual el individuo actúa con el fin de lograr una meta utilizando para ello alguna estrategia en particular (Chi y Glaser, 1983). El hacer referencia a "la meta" o a "lograr lo que se quiere" significa lo que se desea alcanzar: la solución. La meta o solución está asociada con un estado inicial y la diferencia que existe entre ambos estados es lo que se denomina "problema". Las actividades que llevan a cabo los sujetos tienen por objeto operar sobre el estado inicial para transformarlo en meta. Así, se podría decir que los problemas tienen cuatro componentes: las metas, los datos, las restricciones y los métodos.

Las metas constituyen lo que se desea lograr en una situación determinada y pueden estar bien o mal definidas. Los datos constituyen los elementos de los cuales dispone el aprendiz para comenzar a analizar la situación problema. Las restricciones son los factores que limitan la vía para llegar a la solución. Los

métodos u operaciones se refieren a los procedimientos que pueden utilizarse para resolver el problema.

La solución de problemas involucra actividades físicas y mentales así como también factores de tipo cognitivo, emocional y conductual; sin embargo, la investigación psicológica referida al área ha centrado su atención principalmente en los factores cognitivos involucrados en la solución de problemas no existiendo aún un enfoque que abarque los aspectos emocionales y conductuales (Andre, 1986).

En el marco de la psicología cognitiva, la solución de problemas es considerada como el procesamiento de información que realiza un sistema (cerebro o computador) de manera tal que dicha información, que se encuentra en un estado inicial, se transforme en un estado final deseado. El énfasis principal de este enfoque reside en los procesos y conocimientos internos del estudiante e interpreta los problemas de distinta naturaleza en función de: (1) la descripción del contexto en el cual se encuentra la tarea, (2) el análisis de todas las conductas asociadas con las respuestas del sujeto para ejecutar la tarea, (3) las mediciones repetidas de las ejecuciones, (4) las inferencias sobre las operaciones cognitivas que relacionan tanto la información acerca de la tarea y la ejecución como acerca de los cambios en esa ejecución, (5) la representación del problema y (6) las estrategias y planes de solución de un problema.

La Investigación en Solución de Problemas

En las investigaciones realizadas en el área de la solución de problemas existen dos tendencias: una que enfatiza el proceso de solución y otra que hace énfasis en el conocimiento del solucionador del problema, particularmente, en la organización de ese conocimiento (Chi, Feltovich y Glaser, 1981; Chi, Glaser y Rees, 1982). En este sentido, se ha observado un cambio de interés de las estrategias generales más o menos independientes de un dominio en particular, al conocimiento base relacionado con el área en el cual el individuo resuelve un problema.

Son muchos los aspectos que se están investigando actualmente. Podrían mencionarse aspectos fundamentales como la representación y las estrategias así como también los factores que afectan la solución de problemas.

La representación consiste en la transformación de la información presentada que es almacenada en el sistema de memoria y que incluye la identificación de la(s) meta(s) y los datos. Este aspecto es de suma importancia ya que las representaciones mentales, adecuadas o inadecuadas, que los individuos utilizan para resolver problemas pueden facilitar o inhibir la solución (Puente, 1989).

Durante las últimas décadas, los investigadores han examinado la ejecución de sujetos en tareas que requieren muchas horas de aprendizaje y experiencia. Estos estudios sobre la experticia han centrado su interés en el examen de las diferencias experto-novato en diferentes áreas del conocimiento (Chase y

Simon, 1973a; Egan y Schwartz, 1979; Larkin, McDermott, Simon y Simon, 1980).

Los resultados de los estudios realizados en el área de las diferencias experto-novato conducen a pensar que existen altos niveles de competencia en términos de la interacción entre la estructura de conocimiento del sujeto y sus habilidades de procesamiento y señalan que las relaciones entre la estructura del conocimiento base y los procesos en la solución de problemas están mediadas por la calidad de la representación del problema (Gagné y Glaser, 1987).

Las estrategias en la solución de problemas se refieren a las operaciones mentales que los solucionadores utilizan para pensar sobre la representación de las metas y los datos con el fin de transformar éstos en metas y alcanzar una solución. Las estrategias incluyen los métodos heurísticos, los algoritmos y los procesos de pensamiento divergente.

En lo que respecta a los métodos heurísticos, los investigadores han examinado diferentes vías o enfoques posibles a seguir para alcanzar una solución: (1) buscar representaciones alternativas (Goldstein, 1980), (2) trabajar en sentido inverso, de la meta a los datos (Hayes, 1981), (3) trabajar por pasos (Mayer, 1983), (4) el análisis medios-fin, que implica dividir el problema en submetas e ir eliminando obstáculos con el fin de acercarse más a ellas (Mayer, 1983), (5) el razonamiento hipotético (Hayes, 1981), (6) resolver partes de un problema (Polya, 1945), y (7) buscar problemas análogos (Gick y Holyoak, 1985).

Algunos investigadores apoyan la noción de que la eficiencia en la solución de problemas está relacionada con el conocimiento específico del área en cuestión (Lenat, 1983; Mayer, 1983; Simon, 1980a). En este sentido, Mayer (1983) señala que los tipos de conocimiento necesarios para resolver problemas incluyen: (1) conocimiento lingüístico, reconocimiento de palabras, oraciones, etc., (2) conocimiento semántico, conocimiento del área relevante al problema, (3) conocimiento esquemático, conocimiento de los tipos de problemas, (4) conocimiento procedimental, conocimiento de los algoritmos necesario para resolver el problema y (5) conocimiento estratégico, técnicas para utilizar tipos de conocimiento y procesos heurísticos.

La adquisición de habilidades para resolver problemas ha sido considerada como el aprendizaje de sistemas de producción que involucran tanto al conocimiento declarativo como el procedimental. Los resultados de los estudios realizados señalan que existen diversos procedimientos que facilitan o inhiben la adquisición de habilidades para resolver problemas, entre ellos se pueden mencionar: (1) ofrecer a los estudiantes representaciones metafóricas (Mayer, 1975, 1976, 1980), (2) permitir la verbalización durante la solución del problema (Webb, 1983), (3) hacer preguntas (McKenzie y Herrington, 1981), (4) ofrecer ejemplos (Simon, 1984), (5) utilizar el aprendizaje por descubrimiento vs el aprendizaje expositivo (Puente, 1985), (6) ofrecer descripciones verbales (Kersch, 1962), (7) trabajar en grupos (Webb, 1983).

Desde la perspectiva del enfoque cognitivo se han revisado los factores que afectan la solución de problemas. Lester (1983) identificó una serie de categorías que permiten agrupar estos factores en factores vinculados a la tarea, relacionados con los procesos y dependientes del sujeto.

Los factores vinculados a la tarea son aquéllos asociados con la naturaleza del problema, por ejemplo, su contenido, su estructura, el contexto y la sintaxis.

Los procesos mentales desarrollados por los individuos mientras resuelven un problema están siendo objeto de estudio por parte de los investigadores del paradigma cognitivo. En este sentido, la mayor parte de las investigaciones en el área de la matemática, por ejemplo, directa o indirectamente, tienen por objeto analizar y generar modelos que reflejen los procesos subyacentes a la ejecución de los sujetos.

Clásicamente se ha considerado que las características de los individuos tienen un papel importante en el éxito o fracaso en la solución de problemas. Algunos factores son el conocimiento, la experiencia previa, la habilidad en la lectura, la perseverancia, las habilidades de tipo espacial, la edad y el sexo.

En la actualidad existe una tendencia que se orienta hacia la construcción de modelos que representan las diferencias entre solucionadores eficientes e ineficientes o las diferencias entre expertos y novatos en la ejecución de una tarea. Los trabajos realizados han señalado diferencias considerables en aspectos vinculados con la percepción de la estructura del problema, la organización de los elementos dados y supuestos, el nivel lingüístico, el reconocimiento de patrones en la memoria y la capacidad de transferencia a situaciones nuevas (Puente, 1989).

Otro de los aspectos que se ha estudiado durante la última década es el papel que tienen las estructuras lógicas y los sistemas simbólicos en la solución de problemas (Rimoldi, 1984). Sin embargo, este aspecto no ha sido considerado en toda su dimensión e importancia por los teóricos clásicos del área de solución de problemas. En efecto, han sido los investigadores de la comprensión del discurso los que han argumentado y estudiado con más énfasis la relación entre el lenguaje, el sistema simbólico y las estructuras de pensamiento. El lenguaje y el sistema de símbolos constituyen el formato básico de información almacenada en la memoria y éste es un conocimiento que permite comprender y representar el problema (Kintsch, 1986).

En los estudios realizados se ha encontrado que la mayor parte de los estudiantes, independientemente del nivel de escolaridad, resuelven menos problemas cuando éstos se presentan en forma verbal que cuando se presentan en forma matemática. Kintsch (1987) descubrió tres posibles fuentes de error al resolver problemas aritméticos sencillos presentados en forma verbal: (1) mal uso o desconocimiento de estrategias aritméticas, falsas concepciones y fracaso en el procedimiento de conteo, (2) comprensión equivocada del problema, princi-

palmente por factores lingüísticos y (3) sobrecarga de elementos en la memoria a corto plazo.
Se ha encontrado que niños en edad preescolar y básica son capaces de resolver problemas construidos alrededor de estructuras lógico-matemáticas si los problemas se presentan en un lenguaje que pueda ser comprendido. Por lo tanto, es necesario investigar en cada caso cuál es el lenguaje mejor controlado por el sujeto y utilizarlo para resolver situaciones progresivamente más complejas.

Metacognición
La metacognición puede definirse como el grado de conciencia o conocimiento que los individuos poseen sobre sus formas de pensar (procesos y eventos cognitivos), los contenidos (estructuras) y la habilidad para controlar esos procesos con el fin de organizarlos, revisarlos y modificarlos en función de los resultados del aprendizaje (Brown, 1975; Chadwick, 1988; Flavell, 1981).
Baker y Brown (1984) distinguen dos tipos de metacognición: El conocimiento acerca de la cognición y la regulación de la cognición. El primero abarca el conocimiento sobre las fuentes cognitivas y la compatibilidad que hay entre las demandas de la situación de aprendizaje y los recursos de los individuos para aprender mientras que el segundo componente - la regulación de la cognición - está conformado por mecanismos autorreguladores que utiliza el aprendiz durante el proceso de aprendizaje.
La metacognición incluye el conocimiento y la regulación de varios procesos cognitivos. Por ejemplo, la meta-atención es la conciencia y la regulación de los procesos que se utilizan en la captación de los estímulos. El conocimiento sobre los procesos de comprensión y la regulación de los mismos, se denomina metacomprensión. El conocimiento sobre los procesos de la memoria y sus mecanismos autoreguladores se denomina metamemoria.

Investigación en el Área de la Metacognición
La investigación sobre la metamemoria es una de las más desarrolladas dentro del área de la metacognición. Los estudios realizados se han referido principalmente a los aspectos ejecutivos de tareas tales como la estimación de la amplitud de la memoria, la predicción del individuo acerca de si está listo para recordar algo, el tiempo dedicado al estudio de ciertos tipos de información y la conciencia de los sujetos acerca de las estrategias y de las demandas de la tarea. Las poblaciones examinadas han estado conformadas por sujetos desde el nivel de preescolar hasta adultos y muy recientemente, se ha comenzado a explorar las operaciones metacognitivas en sujetos con necesidades especiales.
Otras áreas tales como la comunicación, la comprensión de la lectura y la solución de problemas también han sido objeto de investigación en el marco de la metacognición.

En el área de la comunicación, por ejemplo, se ha examinado el desarrollo de estrategias metacognitivas que implican que los individuos están en capacidad de apreciar que los mensajes que reciben son incompletos, vagos o imprecisos o que pueden interpretarse de diversas maneras.

La investigación realizada en el área de la lectura indica que lo metacognitivo tiene un papel fundamental en la comprensión de la lectura. La metacognición en la lectura involucra el conocimiento de cuatro variables y la manera cómo éstas interactúan para facilitar el aprendizaje. Estas variables son: el texto, la tarea, las estrategias y las características del aprendiz.

Baker y Brown (1984) han distinguido entre dos tipos de lectura: leer para comprender y leer para aprender. Leer para comprender involucra la actividad metacognitiva de supervisión o monitoreo progresivo de la comprensión la cual permite al individuo apreciar si está comprendiendo, asegurarse que el proceso transcurre sin obstáculos y tomar acciones correctivas de ser necesario.

Los aspectos metacognitivos de leer para aprender incluyen la identificación de las ideas importantes, el análisis de las demandas impuestas por los materiales y la tarea de aprendizaje, el desarrollo y el mantenimiento de estrategias apropiadas así como también el establecimiento de un horario y de un ambiente de estudio adecuados.

Los estudios realizados en el área de leer para comprender han examinado la ejecución en sujetos niños y adultos. En los niños se ha explorado su conocimiento sobre las estrategias utilizadas, el efecto de las tareas en su rendimiento y los propósitos de la lectura; es decir, su conocimiento metacognitivo acerca de los procesos involucrados en la comprensión de textos escritos. Tales estudios se han llevado a cabo principalmente mediante el uso de técnicas tales como reportes verbales (Anderson, 1979; Baker, 1979; Collins, Brown y Larkin, 1980; Myers y Paris, 1978), preguntas de comprensión (Kavale y Schreiner, 1979), obtención de puntajes que pretenden medir la confianza de sujeto en sus respuestas a preguntas de comprensión (Hanley y Collins, 1989), pruebas cloze (Di Vesta, Hayward y Orlando, 1979), medidas del procesamiento (Patterson, Cosgrove y O'Brien, 1980) y autocorrecciones realizadas durante la lectura (Beebe, 1980). Otros estudios han incorporado el análisis de componentes conductuales detectándose una falta de correspondencia entre lo que los niños dicen que harían al leer y lo que realmente hacen cuando leen (Baker y Brown, 1984b).

Leer para aprender implica la actividad de leer para comprender y algo más, ya que el estudiante debe concentrarse en la selección de información relevante en el texto, utilizar estrategias de aprendizaje y evaluar la efectividad de la estrategia utilizada.

Los estudios en el área de leer para aprender se han dirigido al examen de las variables involucradas en el proceso de comprensión de la lectura: los textos, la

tarea criterio, las estrategias y las características del aprendiz. Se considera que una forma fundamental de la metacognición es la habilidad para monitorear en forma progresiva, la comprensión y el aprendizaje. Esta habilidad depende del conocimiento del individuo acerca de los cuatro factores antes mencionados. Todos ellos interactúan y tienen influencia en la manera cómo los individuos pueden coordinar sus planes de comprensión y aprendizaje e involucrarse en actividades de monitoreo, supervisión y evaluación de dichos procesos.

La investigación en el área de la lectura revela directa o indirectamente la existencia o no de actividades de monitoreo durante la lectura. Los estudios se han agrupado bajo algunas actividades que se consideran cruciales para la comprensión: (1) el establecimiento de propósitos en la lectura, (2) la modificación de la tasa de lectura y de estrategias de comprensión en relación con los propósitos, (3) la identificación de los elementos importantes del texto, (4) la identificación de la estructura lógica del material, (5) el uso del conocimiento previo en la interpretación de nueva información, (6) la evaluación del texto en relación con elementos tales como la claridad, la consistencia y la coherencia, (7) la detección de fallas de comprensión y (8) el establecimiento y selección de estándares apropiados para determinar el nivel de comprensión (Baker y Brown, 1984b).

Establecimiento de los Propósitos de la Lectura

Algunos investigadores han explorado las concepciones que tienen los niños sobre la lectura antes de haber recibido un entrenamiento formal y en las etapas iniciales de la instrucción. Se ha comparado también las concepciones que tienen los lectores de alto y de bajo rendimiento. Uno de los hallazgos más común es que los niños pequeños y los lectores de bajo rendimiento tienen poca conciencia sobre el hecho de que el tratar de comprender un texto implica cierto esfuerzo cognitivo; de igual manera, consideran a la lectura como un proceso de decodificación de palabras y no como una actividad cuyo objetivo fundamental es la de extraer significado (Canney y Winograd, 1979; Garner y Kraus, 1980; Myers y Paris, 1978).

Modificación de la Tasa de la Lectura en Función de los Propósitos

Algunos estudios han examinado la habilidad de los lectores para modificar sus conductas de lectura en respuesta a las instrucciones que reciben. Aunque los niños suelen indicar en las entrevistas que pueden adaptar sus actividades de lectura en función de los propósitos, lo que realmente hacen cuando leen no se corresponde con lo que dicen que harían (Myers y Paris, 1978).

Sólo cuando los sujetos alcanzan el nivel adulto es cuando exhiben cierta flexibilidad en el ajuste de su tasa de lectura: modifican el movimiento de los ojos cuando se encuentran con textos difíciles y se adaptan a las instrucciones que reciben. Sin embargo, también se ha encontrado que algunos individuos, a

nivel de educación superior, tienen fallas para establecer los propósitos de la lectura independientemente de la dificultad del texto y de los propósitos para leer (Bond y Tinker, 1973).

Identificación de los Elementos Importantes del Texto
La investigación sobre los juicios acerca de la importancia de la información en un texto refleja el vínculo que existe entre conocimiento metacognitivo y procesamiento cognitivo. Aunque los niños tienen dificultad para identificar los aspectos principales en un texto, están en capacidad para recordar la información más importante y sus patrones de recuerdo son muy similares a los de los adultos (Flavell y Wellman, 1977).

La Estructura Lógica del Texto
Un elemento fundamental de la comprensión es poder determinar cómo se relacionan las ideas contenidas en un texto. Los lectores de alto y de bajo rendimiento poseen diferencias considerables en su conocimiento acerca de las relaciones lógicas. Los resultados de los estudios indican que los sujetos recuerdan mejor los textos que poseen una estructura lógica y sólo los lectores de alto rendimiento reconocen que los textos menos lógicos son los más difíciles de aprender.

Activación del Conocimiento Previo
La habilidad para detectar la organización lógica de un texto tiene su base en el conocimiento previo que posee el sujeto. Algunos estudios han examinado la tendencia que tienen los sujetos para evaluar textos en términos de su conocimiento acerca del mundo. Saber que se debe activar el conocimiento previo durante la lectura y la habilidad para hacerlo constituyen componentes metacognitivos importantes en los procesos de comprensión y aprendizaje. Cuando no se posee conocimiento previo, es importante darse cuenta de que no se está comprendiendo, que hay una ruptura en el proceso de comprensión y que es necesario tomar acciones de tipo remedial.

Evaluación del Texto
Algunos estudios han examinado la habilidad de los sujetos para evaluar las inconsistencias presentes en los textos, como por ejemplo, saber cuándo un texto es ambiguo, cuándo la información que presenta está incompleta o cuándo algunas ideas contenidas en él entran en conflicto con otras.

Detección de Fallas de Comprensión
Darse cuenta que se ha fallado en la comprensión de un texto es un componente importante del monitoreo de la comprensión, también se debe saber qué hacer cuando ésto ocurre.

Determinación del Nivel de Comprensión

Los lectores deben estar en capacidad de seleccionar diferentes criterios para decidir si han comprendido una información. Existen varias estrategias para la evaluación de la comprensión tales como la autogeneración de preguntas, la elaboración de resúmenes y esquemas.

En síntesis, se puede señalar que los hallazgos reportados en la literatura revelan un patrón consistente en relación con el desarrollo metacognitivo en la lectura y que este desarrollo está vinculado al nivel de proficiencia de los individuos en los procesos de comprensión y aprendizaje. Se podría concluir que los lectores muy jóvenes o de bajo rendimiento poseen un conocimiento inadecuado sobre cómo los factores involucrados en una situación de aprendizaje (texto, tarea, estrategias y características del aprendiz) pueden afectar su habilidad para comprender y aprender. De igual manera, se ha encontrado que este tipo de lector tiene dificultad para ejercer control sobre sus procesos cognitivos cuando leen, no son tan flexibles como los lectores expertos o de alto rendimiento, les es difícil identificar los aspectos principales de un texto, tienen dificultad para detectar sus fallas de comprensión y no están en capacidad de ajustar las actividades de la lectura a los propósitos de la misma ni de establecer criterios que les permitan determinar su nivel de comprensión. Es decir, que los individuos con estas limitaciones poseen deficiencias en los dos componentes de la metacognición: el conocimiento y los mecanismos de autorregulación.

Los resultados de los estudios realizados en el área de las estrategias cognitivas y metacognitivas han contribuido al desarrollo de aplicaciones específicas a contextos académicos. Dichas aplicaciones se basan en supuestos tales como (1) las actividades cognitivas en las que los estudiantes se involucran cuando enfrentan tareas de aprendizaje académico son fundamentales para el logro del aprendizaje y (2) estas actividades pueden modificarse mediante la instrucción y el entrenamiento a objeto de hacerlas más efectivas y eficientes.

En este trabajo se presentó una revisión sobre el estado del arte del área de las habilidades cognitivas y metacognitivas desde una perspectiva teórica y empírica basándonos en el enfoque de Procesamiento de Información. La información considerada se refirió básicamente a la investigación realizada en áreas tales como la adquisición del conocimiento, la solución de problemas y la metacognición. De igual manera, se presentó un conjunto de orientaciones de naturaleza empírica cuyo propósito fundamental es orientar a los participantes en estas Jornadas de Investigación Educativa en el desarrollo de estudios que permitan de alguna manera enriquecer esta incipiente área de investigación.

Parte III

Neurociencia Cognitiva y Educación

CAPÍTULO 6

Neurociencia y Educación

Carlos Ruiz Bolívar

En este trabajo se discuten los enfoques de la Neurociencia representada por Sperry (1973), MacLean (1978) y Herrmann (1989. Sperry y colaboradores confirmaron la especialización de los hemisferios cerebrales. Sus investigaciones permitieron establecer que la capacidad de hablar, escribir, leer y razonar con números, es fundamentalmente una responsabilidad del hemisferio izquierdo; mientras que la habilidad para percibir y orientarse en el espacio, trabajar con tareas geométricas, elaborar mapas conceptuales y rotar mentalmente formas o figuras, son ejecutadas predominantemente por el hemisferio derecho. MacLean presenta un modelo del cerebro formado por tres elementos interrelacionados, estos son: el cerebros reptiliano, el sistema límbico y la neocorteza; ellos controlan la vida instintiva, emocional e intelectual, respectivamente. Herrmann, por su parte, ha propuesto el modelo del cerebro total, formado por cuatro cuadrantes, que determinan estilos diferentes de procesamiento de información en los individuos, aun cuando se admite que el cerebro funciona como una totalidad integrada. Estos hallazgos tienen implicaciones para el rediseño del currículo de la carrera de formación docente, para la planificación de programas de entrenamiento para docentes en servicio, al mismo tiempo que permiten fundamentar el diseño de estrategias instruccionales, atendiendo a distintos estilos de aprendizaje y al desarrollo de la creatividad.

Introducción

Una de las explicaciones más recientes que se ha intentado sobre el comportamiento inteligente ha sido formulada desde la perspectiva de la neurociencia (Beauport y Díaz, 1994); es decir, la disciplina que se encarga del estudio interdisciplinario del cerebro humano, lo que ha derivado en una mayor comprensión acerca de la relación entre el funcionamiento del cerebro y la conducta.

Tal vez, uno de los resultados más relevantes de los trabajos de investigación que se han realizado sobre este órganos consiste en haber descubierto que sus dos hemisferios difieren significativamente en su funcionamiento. La naturaleza de esta diferencia ha sido intensivamente estudiada desde la década de los año 50, particularmente por biólogos, psicólogos, neurólogos y cirujanos.

Uno de los trabajos pioneros en está área ha sido realizado por Gazzaniga y colaboradores (Gazzaniga, Bogen y Sperry, 1965; Gazzaniga y Sperry, 1967). De igual forma, ha sido importante la contribución de autores tales como MacLean (1978) y Herrmann (1989) entre otros.
Tales investigaciones han dado origen a diferentes interpretaciones acerca del funcionamiento del cerebro. A continuación se presenta una síntesis de los hallazgos más relevantes que al respecto reporta la literatura y se analizan sus implicaciones para la educación.

La Investigación sobre los Hemisferios Cerebrales
Hasta mediado del Siglo XIX los investigadores todavía no habían advertido la especialización de los hemisferios cerebrales. Los primeros hallazgos, en este sentido, se deben al médico francés Paul Broca y al neurofisiólogo alemán Carl Wernicke (citado por Herrmann, 1989; Wittrock, 1977; VerLee, 1986), quienes a partir de sus observaciones clínicas en pacientes con daños cerebrales llegaron a la conclusión de que había una relación directa entre el daño de ciertas zonas del cerebro y la pérdida de la capacidad de hablar. Específicamente, Broca observó, en 1985, que las lesiones en cierta zona de la parte izquierda del cerebro producían, casi invariablemente, trastornos en el habla, en tanto que ello no corría con las lesiones en la misma zona del hemisferio derecho.
Posteriormente, en 1874, Wernicke identificó otra región, diferente a la ya descubierta por Broca, relacionada con otro tipo de dificultad en el habla. De nuevo, constató que el lenguaje sólo era afectado por una lesión en el hemisferio izquierdo. En ambos casos, los investigadores determinaron que la incapacidad no estaba relacionada con los músculos productores del habla, sino que cada zona intervenía en su proceso mental básico necesario para la producción de un lenguaje articulado y con significado.
Los hallazgos anteriores no sólo permitieron confirmar la diferenciación funcional de los dos hemisferios cerebrales, sino que hicieron pensar en el cerebro izquierdo además, de ser diferente, era también superior al derecho, por el hecho mismo de estar asociado con la capacidad de hablar. Así surgió la teoría de la dominancia cerebral. Esta teoría parecía estar respaldada por el hecho de que en la mayoría de las personas la mano derecha (controlada por el hemisferio izquierdo) es la dominante, lo cual llevó a pensar que el hemisferio derecho no jugaba ningún papel importante en el pensamiento.
Fue después de la Segunda Guerra Mundial que se llegó a determinar, en soldados con lesiones cerebrales, que el daño de ciertas zonas del hemisferio derecho producía dificultades en ciertas funciones del organismo. VerLee (1986) ha resumido tales hallazgos en los términos siguientes:
Si bien los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho conservan su capacidad verbal, a menudo experimentaban una extrema distorción espacial; muchos tenían gran dificultad en encontrar los lavados (cuarto de baño) o bien

eran incapaces de hallar la sala de estar. Les costaba vestirse solos y era frecuente que se pusieran prendas al revés o que metieran una extremidad en la manga o pierna que no le correspondía. Los dibujos también denotaban serios problemas con las relaciones espaciales, demostrando una gran desorganización y distorción de relaciones entre diversos elementos (p. 26).

Los estudios revelaron, además, que el hemisferio derecho era superior al izquierdo en la discriminación entre colores y formas, lo cual ocurría no sólo con el campo visual sino también con los demás sentidos; por ejemplo, los pacientes con lesiones en el hemisferio derecho tenían dificultad para discriminar cuál de dos presiones en el cuerpo era más intensa o para saber con exactitud donde había sido pinchados con un alfiler (discriminación táctil). También tenían problemas para familiarizarse con laberintos cuando se les vendaban los ojos (VerLee, 1986). Los hallazgos antes reportados sobre la especialización de los hemisferios cerebrales quedaron confirmados con los resultados de las investigaciones de Roger Sperry y colaboradores (Sperry, Gazzaniga y Bogen, 1969; Sperry, Bogen y Vogel, 1970; Sperry, 1973; Gazzaniga, Bogen y Sperry, 1962, 1963, 1965, citados por Wittrock, 1977) del Instituto Tecnológico de California, quienes en la década de los año 60 diseñaron la técnica de la comisuroctomía (corte del cuello calloso) y la aplicaron, por primera vez, con gatos para estudiar el funcionamiento de los dos hemisferios por separado. Los resultados de tales investigaciones le permitieron a Sperry ganar un premio Nobel de Medicina en 1981.

Al aplicar la técnica anterior con sujetos epilépticos crónicos encontraron que la comisuroctomía no alteraba la conducta de los pacientes; es decir, los sujetos mantenían su comportamiento habitual o normal. Esto se explica porque en la mayor parte de sus experiencias cotidianas, los dos hemisferios reciben el mismo tipo de información. Sin embargo, cuando los investigadores manipularon la presentación de información de modo que esta llegase sólo a un hemisferio, fue cuando se pudo explorar la diferencia en el funcionamiento de los dos lados del cerebro.

Los resultados de estas investigaciones permitieron conocer muchos aspectos relacionados con el control de la conducta, por ejemplo, que el lado izquierdo del cuerpo está controlado principalmente por el hemisferio derecho, y que el lado derecho está controlado, sobre todo, por el izquierdo. Por consiguiente, los estímulos a partir de la mano, la pierna y el oído derecho son procesados primordialmente por el hemisferio izquierdo y viceversa. No obstante, los estímulos visuales son procesados simultáneamente por los dos hemisferios, ya que cada ojo envía información a ambos lados del cerebro.

Otras investigaciones (Ver Gazzaniga, Bogen y Sperry, 1962, citado por Wittrock, 1977) estuvieron orientadas a determinar el intercambio de información entre los dos hemisferios. El primer resultado importante fue que tal intercambio quedaba completamente interrumpido una vez efectuada la comisurocto-

mía. Sin embargo, se encontró que la información sensorial (visual, táctil, auditiva, olfativa) presentada a un hemisferio podía ser procesada en esa mitad del cerebro, aun cuando cada uno de tales procesos fueron realizados fuera del campo consciente del otro lado del cerebro. Esta observación confirmó los resultados preliminares obtenidos con sujetos animales por Sperry y Col (1962, citado por Wittrock, 1977), pero estos resultados fueron más dramáticos, puesto que es en el hemisferio izquierdo donde normalmente se procesa el lenguaje natural y los mecanismos del discurso. Todos los procesos que se llevan a cabo en este hemisferio pueden ser en forma verbal fácilmente descritos por los pacientes; mientras que la información presentada al hemisferio derecho es indescriptible. En consecuencia, fue sólo a través del uso de técnicas especiales de evaluación desarrollados por estos investigadores con tal propósito, que se pudo describir que el hemisferio derecho tiene una rica e independiente vida mental y que es capaz de experienciar la mayoría de las actividades mentales que desarrolla el lado izquierdo del cerebro (Gazzaniga, 1977).

En uno de los experimentos realizados con personas sanas se proyectó la palabra "Spoon" (cuchara) en el campo visual izquierdo (hemisferio derecho); y cuando se le preguntó al sujeto qué estaba viendo, no pudo responder. Sin embargo, usando la mano izquierda, él fue capaz de identificar el objeto con referencia ("Spoon") dentro de un grupo constituido por diferentes elementos, sin necesidad de ver dichos elementos, simplemente fue capaz de reconocer la forma del objeto a través de la sensación táctil. No obstante, cuando se le preguntó qué objeto tenía en la mano, su respuesta fue: "no lo sé", lo cual llevo a la conclusión de que el hemisferio derecho si bien es capaz de reconocer una palabra, en este caso el término "cuchara" y de encontrar una cuchara real, pero no es capaz de describir su funcionamiento con palabras.

Los resultados del experimento anterior apoyan el modelo de funcionamiento hemisférico sugerido por los estudios de pacientes con lesiones cerebrales. La mano derecha comunica con el hemisferio izquierdo verbal, y así el sujeto puede describir verbalmente su contenido. La mano izquierda comunica con el hemisferio derecho, pero puesto que la capacidad verbal de éste es limitada, el sujeto no puede dar una respuesta verbal. Ello pone en evidencia que la falta de una respuesta verbal no indica una carencia de conocimientos sino tan sólo una dificultad para expresar dicho conocimiento verbalmente. Estos resultados sugieren que mientras el hemisferio izquierdo presenta una mayor capacidad para procesar informar verbal que el hemisferio derecho, éste es superior al primero en el manejo de las relaciones espaciales.

En resumen, se podría decir que a través de las investigaciones en el área de la neurociencia se ha podido establecer que muchas de las habilidades mentales específicas son lateralizadas; es decir, son llevadas a cabo, son apoyadas y coordinadas en uno u otro de los dos hemisferios cerebrales. Así tenemos que

la capacidad de hablar, escribir, leer y de razonar con números es fundamentalmente una responsabilidad del hemisferio izquierdo en muchas personas. Mientras que la capacidad para percibir y orientarse en el espacio, trabajar con tareas de geometría, elaboración de mapas mentales y la habilidad para rotar mentalmente formas o figuras son ejecutadas predominantemente por el hemisferio derecho.

La diferencia de procesamiento de los dos hemisferios puede ser establecida de la manera siguiente: por una parte, el hemisferio izquierdo procesa secuencialmente, paso a paso. Este proceso lineal es temporal, en el sentido de reconocer que un estímulo viene antes que otro. La percepción y la generación verbales dependen del conocimiento del orden o secuencia en el que se producen los sonidos. Este tipo de proceso se basa en la operación de análisis. Es decir, en la capacidad para discriminar las características relevantes, para reducir un todo a sus partes significativas.

El hemisferio derecho, por otra parte, parece especializado en el proceso simultáneo o de proceso en paralelo; es decir, no pasa de una característica a otra, sino que busca pautas y gestalts. Integra partes componentes y las organiza en un todo. Se interesa por las relaciones. Este método de procesar tiene plena eficiencia para la mayoría de las tareas visuales y espaciales y para reconocer melodías musicales, puesto que estas tareas requieren que la mente construya una sensación del todo al percibir una pauta en estímulos visuales y auditivos.

De acuerdo con VerLee (1986), lo que fundamentalmente diferencia a los dos hemisferios cerebrales, en cuanto a las funciones que realizan, es su estilo de procesamiento de información. En este sentido, ella aclara que el hecho de que el estilo de procesamiento del hemisferio izquierdo sea más eficiente cuando trata de un tipo de información temporalmente organizada, como el lenguaje, no significa que el lenguaje este situado en el lado izquierdo del cerebro. De la misma manera señala que el pensamiento visoespacial no radica en el hemisferio derecho, sino que éste se especializa en una modalidad de proceso que percibe y construye pautas; en consecuencia, es más eficiente en las tareas visoespaciales.

La Teoría del Cerebro Triuno

La teoría del cerebro triuno propuesta por MacLean (1978, 1990) presenta otra visión del funcionamiento del cerebro humano y sus implicaciones para la educación. Sin embargo, esta conceptualización no es opuesta a la de la dominación cerebral; por el contrario, la complementa y amplía. Esta teoría ha sido desarrollada a partir de estudios fisiológicos realizados con animales. MacLean considera que el cerebro humano está formado por tres cerebros integrados en uno. Estos cerebros son: (a) el reptiliano; (b) el sistema límbico; y (c) la neocor-

teza. Cada una de estas áreas del cerebro ejerce diferentes funciones que, en última instancia, son responsables por la conducta humana.

El Cerebro Reptiliano

Esta parte del cerebro está formada por los ganglios basales, el tallo cerebral y el sistema reticular. Es el responsable de la conducta automática o programada, tales como las que se refieren a la preservación de la especie y a los cambios fisiológicos necesarios para la sobrevivencia. Algunas veces, es denominado complejo reptiliano porque es típico de los reptiles y tiene un papel muy importante en el control de la vida instintiva.

En consecuencia, este cerebro no está en capacidad de pensar, ni de sentir; su función es la de actuar, cuando el estado del organismo así lo demanda.

Desde un punto de vista evolutivo, el cerebro reptiliano es el más primario y está muy relacionado con la piel y con los poros. Esta área del cerebro controla las necesidades básicas y la reacción de "luchar o volar", la cual se refiere a los cambios en el funcionamiento fisiológico que acompañan al estrés o a la amenaza.

El complejo reptiliano, en lo seres humanos, incluye conductas que se asemejan a los rituales animales como el anidarse o aparearse. La conducta animal está en gran medida controlada por esta área del cerebro. Se trata de un tipo de conducta instintiva programada y poderosa y, por lo tanto, es muy resistente al cambio.

En el cerebro reptiliano se procesan las experiencias primarias, noverbales, de aceptación o rechazo. Aquí se organizan y procesan las funciones que tienen que ver con el hacer y el actuar, lo cual incluye: las rutinas, los valores, los hábitos, la territorialidad, el espacio vital, condicionamiento, adicciones, rituales, ritmos, imitaciones, inhibiciones y seguridad. En síntesis, este cerebro se caracteriza por la acción.

El Sistema Límbico

De acuerdo con Maclean, el segundo cerebro está representado por el sistema límbico, cuya función principal es la de controlar la vida emotiva, lo cual incluye los sentimientos, el sexo, la regulación endocrina, el dolor y el placer. Anatómicamente está formado pro los bulbos olfatorios, el tálamo (placerdolor), las amígdalas (nutrición, oralidad, protección, hostilidad), el núcleo hipotalámico (cuidado de los otros, características de los mamíferos), el hipocampo (memoria de largo plazoz), el área septal (sexualidad) y la pituitaria (directora del sistema bioquímico del organismo). Puede ser considerado como el cerebro afectivo, el que energiza la conducta para el logro de las metas. El desbalance de dicho sistema conduce a estados agresivos, depresiones severas y pérdida de la memoria, entre otras enfermedades.

La investigación en esta área parece apoyar la noción de que toda la información que penetra al organismo es supervisada y controlada por el sistema lím-

bico, lo cual constituye una función vital para la sobrevivencia (Ver Restqak, 1984).

La Neocorteza

El tercer cerebro está constitutivo por la neocorteza, la cual está conformada por los dos hemisferios en donde se llevan a efecto los procesos intelectuales superiores. De allí que la neocorteza se la identifique, también, como el cerebro que rige la vida intelectual.

La neocorteza se convierte en el foco principal de atención en las lecciones que requieren generación o resolución de problemas, análisis y síntesis de información, del uso del razonamiento analógico y del pensamiento crítico y creativo.

Las dos características básicas de la neocorteza son: (a) la "visión", la cual se refiere al sentido de globalidad, síntesis e integración con que actúa el hemisferio derecho; y (b) el análisis, que se refiere al estilo de procesamiento del hemisferio izquierdo, el cual hace énfasis en la relación parte-todo, la lógica, la relación causa-efecto, el razonamiento hipotético y en la precisión y exactitud.

La Teoría del Cerebro Total

Herrmann (1989), basado en los estudios previos sobre la dominancia cerebral (Sperry, 1973) y en la teoría del cerebro triuno (MacLean, 1978); así como en los resultados de sus propias investigaciones, utilizando equipos de retroalimentación biológica (bio-feedback) y de electroencelografía, ha replanteado el problema de la dominancia cerebral (RuizBolívar y Cols., 1994). Él ha propuesto la teoría del cerebro total que se expresa en un modelo que integra la neocorteza (hemisferios derecho e izquierdo) con el sistema límbico. Concibe esta integración como una totalidad orgánica dividida en cuatro áreas o cuadrantes, a partir de cuyas interacciones se puede lograr un estudio más amplio y completo de la operatividad del cerebro y sus implicaciones para la creatividad y el aprendizaje.

Cada una de las áreas cerebrales o cuadrantes realiza funciones diferenciadas. Así, el lóbulo superior izquierdo (Cuadrante A) se especializa en el pensamiento lógico, cualitativo, analítico, crítico, matemático y basado en hechos concretos. Por su parte, el lóbulo inferior izquierdo (Cuadrante B), se caracteriza por un estilo de pensamiento secuencial, organizado, planificado, detallado y controlado; el lóbulo inferior derecho (Cuadrante C) se caracteriza por un estilo de pensamiento emocional, sensorial, humanístico, interpersonal, musical, simbólico y espiritual. Finalmente, el lóbulo superior derecho (Cuadrante D), se destaca por su estilo de pensamiento conceptual, holístico, integrador, global, sintético, creativo, artístico, espacial, visual y metafórico.

Las cuatro áreas antes señaladas se recombinan y forman, a su vez, cuatro nuevas modalidades de pensamiento, estas son: (a) realista y del sentido común formado por las áreas A y B (hemisferio izquierdo); (b) idealista y kinestésico,

constituido por las áreas C y D (hemisferio derecho); (c) pragmático o cerebral, conformado por los cuadrantes o áreas A y D; y (d) instintivo y visceral formado por las áreas B y C (sistema límbico).

Herrmann llega a la validación de su modelo a partir del análisis factorial de las respuestas de un cuestionario aplicado a una muestra de más de 100. 000 ciudadanos norteamericanos. Dicho cuestionario estaba formado por ítemes que representaban las diferentes funciones cerebrales que típicamente utilizan los individuos en situaciones académicas, laborales, de recreación y de la vida diaria. En cada caso, se le pide al sujeto indicar su preferencia por tal o cual función, a objeto de identificar cuál es la tendencia de su dominancia con respecto a cada cuadrante.

La muestra estudiada por Herrmann indica que el 6% de los sujetos tenían una dominancia simple, es decir, su estilo de pensamiento estaba claramente enmarcado en uno de los cuatro cuadrantes; el 60% tenía una dominancia doble; o sea que su estilo de pensamiento se ubica por igual en algunas de las siguientes posibles combinaciones: AB; CD; AD; AC y BC. El 30% tenía dominancia triple; es decir, su estilo de pensamiento era múltiple y caía en algunas de las siguientes posibilidades: ABC; BCD; CDA y DAB; mientras que sólo el 3% tenía cuadruple dominancia. De acuerdo con esta estadística, el 94% de los sujetos tenía dominancia en más de un área de pensamiento.

En una de las aplicaciones del modelo del cerebro total se ha encontrado que existe una relación claramente definida entre el tipo de dominancia y la preferencia ocupacional. Al respecto, Herrmann ha reportado que las personas que tienen dominancia primaria en el cuadrante A, tienden a seleccionar ocupaciones tales como: ingeniero, médico, abogado, banquero, físico, químico, biólogo y matemático, entre otras.

Las personas que tienen dominancia en el cuadrante B, prefieren ocupaciones tales como las de: planificador, administrador, gerente y contador. Los del cuadrante C, se ubican en ocupaciones como: maestro, comunicador social, enfermero y trabajador social; mientras que quienes tienen dominancia en el cuadrante D, se deciden más por las siguientes ocupaciones: arquitecto, pintor, literato, compositor, diseñador gráfico, escultor y músico.

Hasta aquí se ha presentado una descripción breve de las características más resaltantes de los tres modelos de funcionamiento cerebral reportados en la literatura (biohemisférico, cerebro triuno y cerebro total). A continuación se discutirá la importancia que los hallazgos reportados en la literatura de la neurociencia tienen para la educación.

Implicaciones Educativas

Lateralidad y Aprendizaje

Uno de los aprendizajes que emergen de la presentación anterior es que existen dos modalidades de pensamiento: una verbal y otra noverbal, representadas por los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho respectivamente. No obstante, los sistemas educativos de la mayoría de las sociedades occidentales tienden a privilegiar el desarrollo del hemisferio izquierdo. Esta tendencia puede ser claramente observada cuando se constata que las áreas curriculares que tienen mayor énfasis en la escuela elemental son las de: lectura, escritura y aritmética; dejando de esta manera la otra mitad de la potencialidad del individuo con una posibilidad de desarrollo bastante limitada, por decir lo menos.

En general, la noción de que existen dos modalidades laterizadas de pensamiento sugiere que la enseñanza, ya sea a través de conferencia o de la imitación, afecta primariamente a uno de los dos hemisferios. Por lo tanto, el aprendizaje de cualquier área de contenido será más afectivo en la medida en que se activen ambas modalidades, mediante la presentación diversificada de dicho contenido y a través de la utilización de un currículo que estimule el desarrollo de ambos hemisferios de manera balanceada.

El sobreénfasis del sistema educativo en el desarrollo del área lógicoverbal ha hecho aparecer, erróneamente, a dicha área como la determinante en el aprendizaje escolar; sin embargo, esta aparente superioridad del hemisferio izquierdo en el área lógicoverbal, no implica necesariamente superioridad en otras áreas, como la visoespacial, por ejemplo. De hecho existen individuos que, por diferentes razones, están más orientadas hacia un tipo de procesamiento de información verbal; mientras que otros son más eficientes cuando trabajan con información noverbal.

Estimulación del Hemisferio Derecho

Una de las enseñanzas que los educadores deben aprender, de los hallazgos reportados sobre la investigación en el área de la neurociencia, es que la efectividad de la instrucción aumenta en la medida en que el contenido se presenta no sólo en la modalidad verbal tradicional (estímulo al hemisferio izquierdo) sino también en la modalidad no verbal o figural (gráfica, imaginal, pictórica u otra), lo cual contribuirá a estimular el hemisferio derecho.

Lo anterior lleva a plantear la necesidad de utilizar en el aula de clase una estrategia instruccional mixta que combine las técnicas secuenciales, lineales, con otros enfoques que permitan a los alumnos ver pautas, hacer uso del pensamiento visual y espacial, y tratar con el todo, además de las partes. Al respecto, se podría utilizar las siguientes estrategias de enseñanza: el pensamiento visual, la fantasía, el lenguaje evocador, metáfora, la experiencia directa, el aprendizaje multisensorial y la música (ver VerLee, 1986)

Cerebro Triuno y Educación

Como ya se ha señalado, MacLean (1978, 1990) en su teoría del cerebro triuno interpreta el cerebro como un sistema formado por tres subsistemas: el repti-

liano, el límbico y la neocorteza, los cuales interaccionan permanentemente para la producción de la conducta. Esta conceptualización enfatiza una visión holísticas del comportamiento en términos de sus procesos determinantes; de allí que considere que no es apropiado un estudio de dicho comportamiento a partir de los procesos parciales cognitivos o motivacionales que lo producen, sino como una totalidad. En consecuencia, comprender esta conceptualización del funcionamiento del cerebro tiene importantes implicaciones para la educación, por cuanto le puede servir al docente como base teórica para una interpretación más adecuada del proceso interactivo que ocurre en el aula de clase y para desarrollar un sistema de instrucción integrado que tome en cuenta las diferentes áreas del cerebro.

Para ilustrar el planteamiento anterior, Nummela y Rosengren (1986) plantean que se puede dar el caso de que un niño pudiera estar vivenciando un sentimiento de ira debido a una pelea con uno de sus compañeros, al mismo tiempo que podría estar tratando de comprender una instrucción compleja para la realización de una tarea. Este tipo de situación no es nueva; sin embargo, en el pasado su tratamiento era generalmente por separado; por ejemplo, el área afectiva era tratada independientemente de la dimensión cognitiva y viceversa.

Numera y Rosengren consideran que toda nueva información, o aprendizaje en general, envuelve un contenido emocional o está asociado con algún contexto emocional. De allí que cuando un docente quiere que un alumno aprenda algo, el sentimiento del estudiante hacia el educador, la escuela y la materia, interaccionan con su habilidad para procesar la nueva información.

Por ejemplo, un estudiante que perciba el ambiente o clima de la clase como inseguro, hostil o amenazante, en lugar de estimulante, exitante o retador, experimentará una interferencia emocional en su intento por aprender.

Por su parte, Lozanov (1978) ha señalado que existen barreras para aprender, las cuales actúan como filtros emocionales que determinan la aceptación o rechazo de la nueva información por parte del estudiante. Estas barreras actúan como alarmas que se activan automáticamente, con un propósito de autoprotección y están relacionadas con fuentes externas de estímulos o con los estímulos propiamente dichos.

Lozanov piensa que la barrera surge cuando el estudiante percibe una falta de confianza en el docente: (a) como persona o como autoridad; (b) en cuanto a la habilidad intelectual y dominio del contenido de la lección; o (c) en relación con cualquiera pregunta que pueda estar reñida con cuestiones religiosas o morales o con sistemas de creencias. El considera que estas barreras existen en forma permanente, tanto a nivel consciente como inconsciente, y cuando un estudiante las vivencia el foco de la atención se desplaza desde la lección y el profesor, hacia los sentimientos y fantasías internas.

La investigación en esta área parece apoyar la noción de que los sentimientos y el aprendizaje son inseparables, lo cual plantea la necesidad de que los docen-

tes sean más sensibles a las barreras emocionales del aula de clase que potencialmente amenaza la calidad de la instrucción. En consecuencia, los docentes deben propiciar un clima psicoafectivo agradable, armónico y emocionalmente cálido que haga propicia una efectiva interacción docente-alumnos, y alumno-alumnos.

La enseñanza principal que los educadores deben derivar de esta teoría del cerebro triuno es la conveniencia de desarrollar estrategias instruccionales integradas, basadas en una nueva conceptualización del proceso de enseñanza-aprendizaje, que tome en cuenta que el alumno puede vivenciar el aprendizaje a diferentes niveles al mismo tiempo, incluyendo el nivel inconsciente, y que estos procesos están en permanente actividad; es decir, los tres cerebros (reptiliano, límbico y neocorteza) influyen complementariamente en la efectividad del aprendizaje.

Cerebro Total y Educación

Del modelo de Herrmann se pueden deducir tres implicaciones principales para la educación. En primer lugar, el mismo podría ser utilizado como criterio para diseñar e instrumentar políticas de selección de estudiantes para la carrera de formación docente. Ello permitiría admitir alumnos mejores dotados para el estudio y desarrollo de la profesión de educador.

En segundo lugar, como criterio para la administración del currículo en la carrera de formación docente. Esto permitiría formar teórica y metodológicamente en este campo, a los estudiantes de formación docente.

En tercer lugar, como criterio para fundamentar programas de entrenamiento de docentes en servicio; de esta manera los educadores se capacitarían para orientar el diseño y la práctica instruccional, de acuerdo con los postulados de este modelo, lo cual contribuiría a mejorar la calidad de la enseñanza y del aprendizaje.

Conclusión

De la exposición anterior se derivan dos conclusiones básicas, ellas son:

1. La neurociencia constituye un nuevo paradigma que permite analizar y explicar el comportamiento humano inteligente, desde tres perspectivas teóricas diferentes, pero que, al mismo tiempo, son complementarias. La característica más destacada en cada uno de los modelos presentados es la holonomía.

Esta condición se expresa en el mecanismo de funcionamiento del cerebro en el cual relaciona las partes con el todo; es decir, existen hemisferios, áreas o cuadrantes que cumplen funciones específicas, que caracterizan el comportamiento humano, pero éste, a su vez, requiere de todo el cerebro, para operar de manera óptima.

2. Los hallazgos de la neurociencia tienen implicaciones para la teoría y la práctica educativa. En el rimer caso, al ofrecer explicaciones novedosas que permi-

ten profundizar en el conocimiento acerca de las condiciones bajo las cuales el aprendizaje puede ser más efectivo.
Desde el punto de vista de la práctica educativa, porque permitiría fundamentar el diseño de estrategias instruccionales no convencionales dirigidas a atender las diferentes dimensiones y el desarrollo de la creatividad.

CAPÍTULO 7

Estilos de Aprendizaje: El Modelo de los Hemisferios Cerebrales

Pablo Cazau

Aprender no consiste en almacenar datos aislados. El cerebro humano se caracteriza por su capacidad de relacionar y asociar la gran cantidad de información que recibe continuamente y buscar pautas y crear esquemas que nos permitan entender el mundo que nos rodea. Pero no todos seguimos el mismo procedimiento, y la manera en que organicemos esa información afectará a nuestro estilo de aprendizaje.

Cada hemisferio procesa la información que recibe de distinta manera, es decir, hay distintas formas de pensamiento asociadas con cada hemisferio.

Según como organicemos la información recibida, podemos distinguir entre alumnos hemisferio derecho y alumnos hemisferio izquierdo.

El hemisferio lógico, normalmente el izquierdo, procesa la información de manera secuencial y lineal. El hemisferio lógico forma la imagen del todo a partir de las partes y es el que se ocupa de analizar los detalles. El hemisferio lógico piensa en palabras y en números, es decir contiene la capacidad para la matemática y para leer y escribir.

Este hemisferio emplea un estilo de pensamiento convergente obteniendo nueva información al usar datos ya disponibles, formando nuevas ideas o datos convencionalmente aceptables.

El hemisferio holístico, normalmente el derecho, procesa la información de manera global, partiendo del todo para entender las distintas partes que componen ese todo. El hemisferio holístico es intuitivo en vez de lógico, piensa en imágenes y sentimientos.

Este hemisferio emplea un estilo de pensamiento divergente, creando una variedad y cantidad de ideas nuevas, más allá de los patrones convencionales. El currículum escolar toma en cuenta las habilidades de este hemisferio para los cursos de arte, música y educación física.

Aunque no siempre el hemisferio lógico se corresponde con el hemisferio izquierdo ni el holístico con el derecho en un principio se pensó que así era, por lo que con frecuencia se habla de alumnos hemisferio izquierdo (o alumnos analíticos) y alumnos hemisferio derecho (o alumnos relajados o globales).

Un hemisferio no es más importante que el otro: para poder realizar cualquier tarea necesitamos usar los dos hemisferios, especialmente si es una tarea complicada. Para poder aprender bien necesitamos usar los dos hemisferios, pero la mayoría de nosotros tendemos a usar uno más que el otro, o preferimos pensar de una manera o de otra. Cada manera de pensar está asociada con distintas habilidades.

El comportamiento en el aula de los alumnos variará en función del modo de pensamiento que prefieran.

Nuestro sistema escolar tiende a privilegiar el hemisferio lógico sobre el hemisferio holístico (los currículum dan mucha importancia materias como matemática y lengua, se privilegia la rapidez para contestar, los manuales contienen ejercicios aptos para el hemisferio lógico, etc.). Además, muchos profesores tuvieron éxito personal con un estilo verbal, secuencial y lógico, y asumen que esto funciona para todos los estudiantes. Lo que nos interesa es organizar el trabajo en el aula de tal forma que las actividades potencien la utilización de ambos modos de pensamiento.

	Hemiferio lógico (Normalmente el izquierdo)	Hemisferio holístico (Normalmente el derecho)
Modos de pensamiento	Lógico y analítico Abstracto Secuencial (de la parte al todo) Lineal Realista Verbal Temporal Simbólico Cuantitativo Lógico	Holístico e intuitivo Concreto Global (del todo a la parte) Aleatorio Fantástico No verbal Atemporal Literal Cualitativo Analógico
Habilidades asociadas	Escritura Símbolos Lenguaje Lectura Ortografía Oratoria Escucha Localización de hechos y detalles Asociaciones auditivas Procesa una cosa por vez Sabe como hacer algo	Relaciones espaciales Formas y pautas Cálculos matemáticos Canto y música Sensibilidad al color Expresión artística Creatividad Visualización, mira la totalidad Emociones y sentimientos Procesa todo al mismo tiempo Descubre qué puede hacerse
	Visualiza símbolos abstractos (letras, números) y no tiene problemas para comprender conceptos abstractos.	Visualiza imágenes de objetos concretos pero no símbolos abstractos como letras o números.

Comportamiento en el aula	Verbaliza sus ideas. Aprende de la parte al todo y absorbe rápidamente los detalles, hechos y reglas. Analiza la información paso a paso. Quiere entender los componentes uno por uno. Les gustan las cosas bien organizadas y no se van por las ramas. Necesita orientación clara, por escrito y específica. Se siente incómodo con las actividades abiertas y poco estructuradas. Le preocupa el resultado final. Le gusta comprobar los ejercicios y le parece importante no equivocarse. Quiere verificar su trabajo. Lee el libro antes de ir a ver la película. Su tiempo de reacción promedio es 2 sg.	Piensa en imágenes, sonidos, sensaciones, pero no verbaliza esos pensamientos. Aprende del todo a la parte. Para entender las partes necesita partir de la imagen global. No analiza la información, la sintetiza. Es relacional, no le preocupan las partes en sí, sino saber como encajan y se relacionan unas partes con otras. Aprende mejor con actividades abiertas, creativas y poco estructuradas. Les preocupa más el proceso que el resultado final. No le gusta comprobar los ejercicios, alcanzan el resultado final por intuición. Necesita imágenes, ve la película antes de leer el libro. Su tiempo de reacción promedio es 3 sg.

Material preparado por Pablo Cazau, a partir de la información obtenida en: Robles Ana, http://www.galeon.com/aprenderaaprender/general/indice.html Metts Ralph (1999) "Teorías y ejercicios", Santiago de Chile.

1. Generalidades

Basándose en los modelos de Sperry y de McLean, Ned Herrmann elaboró un modelo de cerebro compuesto por cuatro cuadrantes, que resultan del entrecruzamiento de los hemisferio izquierdo y derecho del modelo Sperry, y de los cerebros límbico y cortical del modelo McLean. Los cuatro cuadrantes representan cuatro formas distintas de operar, de pensar, de crear, de aprender y, en suma, de convivir con el mundo. Las características de estos cuatro cuadrantes son:

Los cuatro cuadrantes del modelo Herrmann

Cognitivo		
1 CORTICAL IZQUIERDO (CI) EL EXPERTO		4 CORTICAL DERECHO (CD) EL ESTRATEGA

LOGICO - ANALITICO BASADO EN HECHOS CUANTITATIVO Comportamientos: Frío, distante; pocos gestos; voz elaborada; intelectualmente brillante; evalúa, critica; irónico; le gustan las citas; competitivo; individualista. Procesos: Análisis; razonamiento; lógica; rigor, claridad; le gustan los modelos y las teorías; colecciona hechos; procede por hipótesis; le gusta la palabra precisa. Competencias: Abstracción; matemático; cuantitativo; finanzas; técnico; resolución de problemas.		HOLISTICO - INTUITIVO INTEGRADOR SINTETIZADOR Comportamientos: Original; humor; gusto por el riesgo; espacial; simultáneo; le gustan las discusiones; futurista; salta de un tema a otro; discurso brillante; independiente. Procesos: Conceptualización; síntesis; globalización; imaginación; intuición; visualización; actúa por asociaciones; integra por medio de imágenes y metáforas. Competencias: Creación; innovación; espíritu de empresa; artista; investigación; visión de futuro.
Realista		Idealista
2 LIMBICO - IZQUIERDO (LI) EL ORGANIZADOR ORGANIZADO SECUENCIAL PLANEADOR DETALLADO Comportamientos: Introvertido; emotivo, controlado; minucioso, maniático; monologa; le gustan las fórmulas; conservador, fiel; defiende su territorio; ligado a la experiencia, ama el poder. Procesos: Planifica; formaliza; estructura; define los procedimientos; secuencial; verificador; ritualista; metódico. Competencias: Administración; organización; realización, puesta en marcha; conductor de hombres; orador; trabajador consagrado.		3 LIMBICO - DERECHO (LD) EL COMUNICADOR INTERPERSONAL SENTIMIENTOS ESTETICO EMOCIONAL Comportamientos: Extravertido; emotivo; espontáneo; gesticulador; lúdico; hablador; idealista, espiritual; busca aquiescencia; reacciona mal a las críticas. Procesos: Integra por la experiencia; se mueve por el principio del placer; fuerte implicación afectiva; trabaja con sentimientos; escucha, pregunta; necesidad de compartir; necesidad de armonía; evalúa los comportamientos. Competencias: Relacional; contactos humanos; diálogo; enseñanza; trabajo en equipo; expresión oral y escrita.
Visceral		

Cuadro preparado en base a:

Folino Juan Carlos, El modelo Ned Herrmann, Revista Prensa Psicológica, Buenos Aires Setiembre 1994, págs. 27-28.
Chalvin Marie Joseph, Los dos cerebros en el aula, TEA Ediciones, Madrid, 1995, pág. 78.

2. El modelo Herrmann en el aula

Los siguientes esquemas sintetizan algunos aspectos del modelo Herrmann útiles para considerar en la actividad docente. Fueron resumidos y reorganizados a partir de la información obtenida en el texto de Chalvin.

CARACTERISTICAS DE DOCENTES Y ALUMNOS SEGUN CADA CUADRANTE

	DOCENTE	ALUMNO
	Estilo	Estilo
Cortical Izquierdo Tienen necesidad de hechos. Dan prioridad al contenido.	Profundiza en su asignatura, acumula el saber necesario, demuestra las hipótesis e insiste en la prueba. Le molesta la imprecisión, y da gran importancia a la palabra correcta.	Le gustan las clases sólidas, argumentadas, apoyadas en los hechos y las pruebas. Va a clase a aprender, tomar apuntes, avanzar en el programa para conocerlo bien al final del curso. Es buen alumno a condición de que se le de 'materia'.
Límbico Izquierdo Se atienen a la forma y a la organización	Prepara una clase muy estructurada, un plan sin fisuras donde el punto II va detrás del I. Presenta el programa previsto sin disgresiones y lo termina en el tiempo previsto. Sabe acelerar en un punto preciso para evitar ser tomado por sorpresa y no terminar el programa. Da más importancia a la forma que al fondo.	Metódico, organizado, y frecuentemente meticuloso; lo desborda la toma de apuntes porque intenta ser claro y limpio. Llega a copiar de nuevo un cuaderno o una lección por encontrarlo confuso o sucio. Le gusta que la clase se desarrolle según una liturgia conocida y rutinaria.

Límbico Derecho Se atienen a la comunicación y a la relación. Funcionan por sentimiento e instinto. Aprecian las pequeñas astucias de la pedagogía.	Se inquieta por los conocimientos que debe impartir y por la forma en que serán recibidos. Cuando piensa que la clase no está preparada para asimilar una lección dura, pone en marcha un juego, debate o trabajo en equipo que permitirán aprender con buen humor. Pregunta de vez en cuando si las cosas van o no van. Se ingenia para establecer un buen ambiente en la clase.	Trabaja si el profesor es de su gusto; se bloquea y despista fácilmente si no se consideran sus progresos o dificultades. No soporta críticas severas. Le gustan algunas materias, detesta otras y lo demuestra. Aprecia las salidas, videos, juegos y todo aquello que no se parezca a una clase.
Cortical Derecho Necesitan apertura y visión de futuro a largo plazo.	Presenta su clase avanzando globalmente; se sale a menudo del ámbito de ésta para avanzar en alguna noción. Tiene inspiración, le gusta filosofar y a veces levanta vuela lejos de la escuela. Con él parece que las paredes de la clase se derrumban. Se siente con frecuencia oprimido y encerrado si tiene que repetir la misma lección.	Es intuitivo y animoso. Toma pocas notas porque sabe seleccionar lo esencial. A veces impresiona como un soñador, o de estar desconectado, pero otras sorprende con observaciones inesperadas y proyectos originales.

	Modos de evaluación	Tipos de aprendizaje
Cortical Izquierdo	Una nota global en cifras.- Da una evaluación cuantificada, una nota media precisa que destaca ante todo las capacidades del alumno. Insiste en el saber, la potencia del razonamiento y el espíritu crítico.	La teoría.- Tiene dificultades para integrar conocimientos a partir de experiencias informales. Prefiere conocer la teoría, comprender la ley, el funcionamiento de las cosas antes de pasar a la experimentación. Una buena explicación teórica, abstracta, acompañada por un esquema técnico, son para él previos a cualquier adquisición sólida.
Límbico Izquierdo	Notas para cada criterio.- Da más importancia al saber hacer que al contenido; las capacidades de realización y de iniciar la acción tienen mucha importancia. Insiste en la presentación y la limpieza. Pone notas precisas y no duda en calificar con cero los ejercicios	La estructura.- Le gustan los avances planificados. No soporta la mala organización ni los errores del profesor. No es capaz de reflexionar y tomar impulso para escuchar cuando la fotocopia es de mala calidad o la escritura difícil de descifrar.

	originales o fantásticos. Valora el trabajo y la disciplina. Pone con frecuencia malas notas a los alumnos relajados y despreocupados.	Es incapaz de tomar apuntes sino hay un plan estructurado y se siente inseguro si una b) va detrás de un 1). Necesita una clase estructurada para integrar conocimientos y tener el ánimo disponible para ello.
Límbico Derecho	La apreciación ante todo.- Pone notas de manera aproximativa. Se adapta a la costumbre de evaluar con números, pero esas notas tienen menos importancia que la evaluación escrita en su boletín (frecuentemente circunstancial). Insiste mucho en el saber estar, la integración del alumno en el grupo y sus intervenciones orales. Anota los progresos, incluso los ínfimos, y para señalarlos puede subir algo la nota.	Compartir.- Necesita compartir lo que oye para verificar que ha comprendido la lección. Dialoga con su entorno. En el mejor de los casos, levanta el dedo y pregunta al profesor volviendo a formular las preguntas (o haciendo que el propio profesor las formule). Suele pedir información a su compañero para asegurarse que él también comprendió lo mismo. Si se le llama al orden se excusa, y balbucea: Estaba hablando de la lección, lo cual es cierto pero, aunque a él le permite aprender, perturba la clase.
Cortical Derecho	Más importancia a la imaginación.- Es aproximativo. Se siente atado por la evaluación escrita, que congela al alumno en un momento dado en un ejercicio preciso e impide que se le aprecie en su globalidad con todo el potencial que se puede adivinar. Es posible que sobrevalore los trabajos que demuestren originalidad e imaginación. Por el contrario, es duro con las lecciones carentes de ingenio.	Las ideas.- Se moviliza y adquiere conocimientos seleccionando las ideas que emergen del ritmo monótono de la clase. Aprecia ante todo la originalidad, la novedad y los conceptos que hacen pensar. Le gustan en particular los plnateamientos experimentales que dan prioridad a la intuición y que implican la búsqueda de ideas para llegar a un resultado.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS TIPOS DE PEDAGOGIA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
CORTICAL IZQUIERDO	
Riguroso. Fiable. Preciso. Claro. Estable. Pertinente. Competente. Profesional. Creíble. Se apoya en los hechos (rechaza lo arbitrario). Da pruebas. Analiza los proce-	Seco. Falto de contacto y de fantasía. Despreciativo. Suficiente. Intolerante con las preguntas 'estúpidas' (y también cuando no comprende cómo funcionan

sos utilizados. Avanza de forma lineal. Se expresa por escrito concisamente. Permite reproducir fácilmente los ejercicios. Directivo. Objetivo: se basa en hechos. Espíritu crítico. Exigente. Encuentra el placer intelectual y lo comunica. Utiliza bien el material. Conoce las referencias, las experiencias, los resultados: los demás se dirigen a él cuando no saben algo. Saben guardar distancia frente a las manifestaciones afectivas. Estimula a los alumnos mediante una sana competencia. Gana con el trato.	los otros). Muy exigente. Lenguaje hermético. Abstracto. Muy directivo. Ironiza, critica, lanza indirectas. Se molesta por las intervenciones de tipo 'parásito' y por las disgresiones. Se desestabiliza por las preguntas que no conoce. Bloquea la expresión espontánea. Destroza lo imaginario y la creatividad. Se interesa por los primeros de la clase. Provoca la pasividad en los otros. Selectivo, no saca a la pizarra a los flojos. Le cuesta trabajo entender que alguien no comprenda. No repite: cree que es evidente. No encuentra palabras para explicar algo de otra forma. No tiene en cuenta las exigencias de trabajo de otras disciplinas. Insiste en aprobar un alumno porque es bueno, a pesar de las protestas de sus colegas. Gasta siempre las mismas bromas. No cambia casi nada.
LIMBICO IZQUIERDO	
Concienzudo (minucioso). Puntual. Prudente (con los proyectos aventurados). Metódico. Cumplidor. Objetivo (no tiene preferidos). Eficaz. Seguro (con él se sabe a dónde se va). Tiene sangre fría. Sabe dominarse. Capaz de controlarse. Crea ambientes tranquilizadores. Da seguridad. Pone 'parapetos' para evitar las caídas. Dirige su clase. Tiene pocos problemas de disciplina. Da normas para la vida. Termina su programa. Planifica su año escolar. Gestiona bien su tiempo. Da instrucciones claras. Presenta documentos bonitos. Comprueba los cuadernos o las agendas. poniendo de manifiesto las omisiones. Realiza evaluaciones con regularidad. Organiza viajes y visitas, se encarga de la administración. Metido en su molde. Bien considerado por su eficacia, puntualidad y asiduidad. Toma posesión del territorio: personaliza y decora su clase.	Escolar. Da mucha importancia al horario. Rutinario (propone siempre las mismas elecciones). Quisquilloso en la presentación de trabajos y carpetas. Maniático. Monótono, pesado. Regulador (le gustan las fórmulas). Autoritario. Impone su forma de pensar: 'o se dobla o se rompe'. Falta de apertura. Violento, reconcentrado, aterroriza a algunos alumnos. Dirigente, despótico, Le gusta el poder y puede abusar de él. Conservador. No se entrega. No le gusta el cambio, la innovación ni la sorpresa. Se desconcierta con la originalidad. Corta la inspiración. Bloquea la curiosidad de los alumnos. Provoca pasividad. Coloca etiquetas a los alumnos. Le gusta el papeleo. Defiende su territorio su clase, su armario, su aula. Toma ideas de los otros y las aplica. Le atraen poco las nuevas pedagogías. Trabaja en equipo si está de acuerdo con los métodos y si se es eficaz y puntual. Carece fundamentalmente de seguridad.
LIMBICO DERECHO	
Cálido. Humano. Vivo. Lúdico. Entusiasta.	Demasiado paternalista. Establece una

Establece buenos contactos. Mediador. Negociador. Disponible. Escucha a los otros. Comprensivo. Generoso. Gratificante. Sabe apoyarse en las cualidades de los otros. Tiene sentido del diálogo. Hace que los alumnos se atrevan a hablar. Establece un clima de confianza. Favorece el entendimiento y la armonía en clase. Le gusta trabajar en equipo. Favorece la interdisciplinariedad. Sabe adaptarse al grupo-clase. Sabe presentar un trabajo difícil. Establece una pedagogía del estímulo. Recupera al 'calamidad'. Suscita vocaciones. Hace una evaluación más formativa que sumativa. Acepta ser desmitificado. Hace saber su estado de ánimo. Tiene estallidos saludables. Desdramatiza las situaciones.	dependencia afectiva. Tiene preferidos y cabezas de turco. Susceptible. Versátil, inconstante, lunático. Se deja 'invadir' por los alumnos. Subjetivo, parcial. Pesado, invasor. Gesticula mucho, cansa. Inquisidor (quiere conocer la vida privada). Moralizador. Charlatán, redundante. Farsante (comediante). Demagogo. Incapaz de expresar un rechazo. No se atreve a criticar. Seleccionado para el puesto de otros. No hace más que lo que le gusta. No termina sus clases (desbordado). Pierde el tiempo. Arrastra su programa. No soporta las clases silenciosas. Cuenta su vida. Demasiado camarada. Tiene berrinches. Provoca psicodramas. Interviene durante los exámenes (desconcentra a los alumnos). No puede reproducir la misma lección dos veces. Tiene demasiada preferencia por la evaluación oral. Hace más observaciones sobre el comportamiento que sobre los conocimientos.
CORTICAL DERECHO	
Imaginativo. Creativo. Innovador. Lleno de ideas y proyectos. Propone novedades pedagógicas. Original. Caprichoso (poco realista). Humor ácido. Estimulante. Con sentido artístico y estético, organiza sesiones de diapositivas y talleres. Globaliza y sintetiza. Va directo a lo esencial. Se fija objetivos a largo plazo. Abierto al mundo, favorece la apertura. Sobrepasa los límites de la clase. Trabaja sobre un tema en conexión con los profesores de disciplinas diferentes. Tiene chispa (pensamientos rápidos). Trabaja deprisa. Visionario: hace pronósticos buenos sobre el porvenir de un alumno. Renueva sus clases. Transmite las cosas con imágenes. Propone ejemplos concretos que se recuerdan. Posee el arte de dar rodeos. Favorece la experimentación en detrimento de la teoría. Crea una estructura flexible, un espacio de tolerancia. Puede cautivar a los alumnos. Impulsa las motivaciones para realizar investigaciones y abrirse al mundo: lecturas, excursio-	Perturbador. Desconcertante. Desorienta. Falta de rigor y análisis. Falta de plan y estructura. Se dispersa. Embarullado y desordenado. Falta de precisión. Falta de indicaciones para facilitar la comprensión. Salta de un tema a otro. Procede por asociación (no por sucesión de ideas). Se sale del tema. Hace disgresiones. Da informaciones vagas e insuficientes. Demasiado general. Se aleja, se distrae. Pierde el sentido de lo concreto. Impone sus imágenes sin ligarlas con la noción que se quiere ilustrar. Ambiguo: expone una cosa y lo contrario de esta sin dar una elección final. Produce inseguridad. No cuantifica la evaluación. Deja a los alumnos la responsabilidad de sí mísmos. Deja que los alumnos estructuren el curso, se dirige a los más favorecidos (los que tienen ya una buena estructuración). Se le quiere o se le rechaza. Se le adora o se le detesta. Tiene proyectos muy ambiciosos. Corta la palabra a

nes, visitas. Termina su programa.	los alumnos en cuanto sabe qué preguntarán. Comprueba poco lo que han aprendido.

CURSOS DE ACCION SEGUN CADA TIPO DE PEDAGOGIA

TIPO DE PEDAGOGIA	¿QUE HACER EN CLASE?
CORTICAL IZQUIERDO Una pedagogía basada en los hechos, la teoría y la lógica. El CI es considerado es más profesional y el más competente, el que posee el saber y la técnica. Puede, no obstante, resultar difícil de comprender porque usa la jerga sin aclaraciones, pone el listón muy alto y trabaja sobre todo para los que están a la cabeza de la clase.	TRABAJAR EN EL COMPORTAMIENTO Establecer un clima más cálido en la convivencia. Sonreír a los alumnos en clase. Valorar a los alumnos. Tener en cuenta la afectividad. Hacer más gestos. Ser más tolerante frente a las diferencias: hacer autocrítica. Aceptar el trabajo en equipo: escuchar, tener en cuenta la opinión de los otros. MEJORAR LA PEDAGOGIA No ser polisémico. Definir y precisar las palabras y su sentido. Escribir la programación en la pizarra. Recordar, de vez en cuando, la situación de la asignatura en el conjunto del curso. Presentar esquemas y cuadros no demasiado abstractos, pensar en una representación gráfica clara. Proponer ejemplos concretos. Comprender que los otros no entiendan algo, hacer que lo formule un alumno distinto. Interesarse por todos los alumnos. alir de su 'coraza de sabiduría'. Tener en cuenta la originalidad y la intuición de los alumnos en los criterios de evaluación. PENSAR EN EL DESARROLLO PERSONAL Practicar actividades artísticas para desarrollar su imaginación y mejorar su distensión. Leer libros humorísticos. Hacer un cursillo sobre la risa. Practicar deportes colectivos para ser menos individualista.
LIMBICO IZQUIERDO Una pedagogía basada en la estructura, el método, la seguridad. El LI es el educador más apreciado por sus superiores. Puntual, apegado a las formas, termina su programa; su aspecto metódico y estructurado responde perfectamente a los requerimientos de los supervisores. Sin embargo, es rutinario y poco innovador, y	TRABAJAR EN EL COMPORTAMIENTO Ser menos autoritario, menos directivo, más flexible. Adquirir un poco de tranquilidad y frescura. Abrirse al diálogo con los alumnos. Favorecer la participación. No monopolizar la palabra. Dar instrucciones menos estereotipadas. Ser más abierto. Dar confianza: ser menos desafiante, más optimista. Desarrollar la fantasía, el humor, el empleo de metáforas. Desarrollar su espíritu crítico. Tener una visión más global. Sonreír con más frecuencia. MEJORAR LA PEDAGOGIA Atenerse al fondo más que a la forma. Distinguir el objetivo final y recodárselo a los alumnos. Diversificar su pedagogía y sus ejercicios. Hacer síntesis. Renovar las lecciones, innovar, crear y favorecer la creación.

eliminar cualquier veleidad de autonomía en los alumnos. Se percata de que estos quieren seguridad, guía y encuadre para sentirse tranquilos.	Fromular preguntas abiertas, ejercicios con varias soluciones. Trabajar más en equipo sobre temas concretos. Dejar iniciativas a los alumnos. Practicar una pedagogía de convenio. Desarrollar las cuestiones que favorecen la invención y la globalización. Observar cómo trabajan los demás colegas. PENSAR EN EL DESARROLLO PERSONAL Hacer yoga o teatro. Trabajar su voz para dominar su miedo a los alumnos.
LIMBICO DERECHO Una pedagogía basada en el diálogo, la participación, la escucha. El LD es con frecuencia percibido como charlatán, afectivo, desorganizado y demasiado espontáneo. No obstante es el que se implica más profundamente en su trabajo. Se emplea a fondo personalmente, estimula a sus alumnos y al equipo de educadores, practica la escucha y el diálogo, teniendo en cuenta las dificultades de cada uno. Suele sentirse decepcionado con los resultados, pues recibe pocas gratificaciones y cree que no se le reconocen sus cualidades. En algún caso, crea una atmósfera agobiante y se ve menospreciado por los que le rodean, que abusan de su cortesía.	TRABAJAR EN EL COMPORTAMIENTO Controlar su verborrea: hacer pausas, aprender a estar en silencio. Obligarse a dejar de decir algo que tiene ganas. Reflexionar antes de hablar. Hablar más despacio. Culpabilizar menos, si algo no marcha bien. Ser menos perfeccionista. Ser más independiente de sus alumnos. Evitar que sus afinalidades sean evidentes para los alumnos. No dejarse 'fagocitar'. Aceptar verse en video o dar clase ante un colega. Evitar las frases que comiencen con yo... . MEJORAR LA PEDAGOGIA Estructurar el curso. Ser más pragmático y organizado. Preparar las clases minuciosamente, sobre todo los soportes (material). Organizar su tiempo para tratar todo lo previsto. Estructurar su pizarra. Establecer una forma de avanzar anual con calendario. No elaborar con demasiada frecuencia clases 'por gusto'. Trabajar menos con los sentimientos. Esperar menos la aprobación de los alumnos. No perder la estabilidad ante una pregunta. No perder la motivación ante una clase con la que no se entiende. Obligarse a seguir un modelo. Utilizar parrillas de evaluación, inventarlas. Ser objetivo para evitar sobrevalorar los progresos ínfimos. Preparar las parrillas con notas codificadas. Adoptar un método para triunfar en el trabajo en equipo (sólo para reflexionar). PENSAR EN EL DESARROLLO PERSONAL Hacer yoga para dominar su sensibilidad. Mejorar la concentración. Practicar artes marciales, teatro de improvisación. Pensar en sí mísmo (Montaigne).
CORTICAL DERECHO Una pedagogía basada en la imaginación, la apertura, la innovación. El CD pone en marcha una pedagogía innovadora e imaginativa, original y abier-	TRABAJAR EN EL COMPORTAMIENTO Trabajar con un reloj. Aceptar las limitaciones horarias. Llevar una agenda anotando las fechas de reunión. Tener redactadas las lecciones, libros como soporte de trabajo para los alumnos. Hacerse instalar un armario en la clase. Luchar contra las distracciones: tener sus llaves, número de aula, etc. Escuchar a los alumnos. Ejercitarse para responder puntualmente a las pregun-

ta al mundo y al porvenir. Estimula a sus alumnos porque se sale de la rutina, su lenguaje gráfico ayuda a transmitir nociones abstractas, por las mismas razones que su sentido de lo concreto. Sin embargo, a causa de su vivacidad, es desestabilizador para aquellos a quienes les gusta la rutina y las clases estructuradas; su costumbre de globalizar con exceso perturba a los alumnos más lentos. Su preferencia por la independencia de espíritu y movimiento hace de él un colega sorprendente, a veces en el mal sentido de la palabra.	tas. Adaptarse a una cierta disciplina en el trabajo en equipo. MEJORAR LA PEDAGOGIA Ser más lento en la exposición. Ser menos concreto y globalizador. Analizar las etapas y los procesos. Ser más riguroso. Evitar saltar de un tema a otro: restituír el eslabón que falta. Obligarse a justificar. Proporcionar pistas escritas: dictar un resumen. Escribir un programa en la pizarra (aunque no se lo pueda seguir). Realizar más representaciones simbólicas o gráficas. Multiplicar las prácticas de ejercitación. Evaluar regularmente con exámenes escritos. Corregir los trabajos sin olvidarlos ni perderlos. Dominar la técnica. PENSAR EN EL DESARROLLO PERSONAL Hacer juegos de lógica. Hacer maquetas siguiendo las instrucciones. Hacer programaciones informáticas. Hacer su presupuesto de vez en cuando.

COMUNICARSE A PESAR DE LAS DIFERENCIAS

COSTUMBRES DE CADA CUADRANTE	COMO ABORDAR CADA CUADRANTE
CORTICAL IZQUIERDO Gracias a su capacidad de juicio, razonamiento y análisis, son una ayuda preciosa para encontrar soluciones racionales a un problema difícil. Son inigualables para ordenar, reunir los hechos, discutirlos racionalmente valorar las contradicciones y medir su importancia con precisión. Son consejeros fiables, resulta agradable conseguir su ayuda y opinión. No se comunican fácilmente con los demás y son difíciles de abordar porque son distraídos, seguros de sí mísmos e intimidantes. Se querría que fuesen más expresivos, menos sistemáticos y más atentos con los demás. Su lenguaje, frecuentemente salpicado de términos técnicos o complicados, y sus referencias a	LO QUE SE DEBE ACEPTAR A PRIORI CON UN CI No ser demasiado exigente respecto a los cambios y al contacto humano. Aceptar su intransigencia, su aire perentorio. Estar preparado para recibir críticas sobre los puntos de la propia intervención que parezcan ligeramente imprecisos. Esperan preguntas concretas, preparar las respuestas detalladas. No improvisar con él. No dejarse devaluar, pero pedirle ayuda para perfeccionar el propio proyecto. Le gusta que se le pida consejo. COMO ABORDAR A UN CI Expresarse sin excesos. Exponer las cosas de forma breve, precisa y clara, dando cifras y apoyándose en hechos. Aportar pruebas. Preguntar, consultar. Darle ocasión de brillar preguntándole sobre algo relacionado con su especialidad. Interrumpirle, con educación pero con firmeza, para pedir que precise algo cuando no se comprende lo que ha dicho. Comprobar

modelos que son autoridad (americanos, japoneses, alemanes) ponen a los demás nerviosos e inquietos.	algunas de sus afirmaciones, después de haberse entrevistado con él, porque a veces puede mostrar una seguridad excesiva.
LIMBICO IZQUIERDO No tienen la facilidad de los CI en su relación con los demás. Su emotividad controlada les da en ocasiones un aspecto un poco rígido o torpe. Esta falta de soltura provoca, a su alrededor, una inquietud en los interlocutores que se sienten incómodos e intimidados. Son reservados y púdicos y no les gustan los que tratan de inmiscurirse en su vida privada. Prudentes, se ocultan detrás de una coraza protectora, pero ganan cuando se les conoce. Si se guardan las formas, se revelan con todas sus cualidades. Los LI son resistentes, trabajadores, dotados de una capacidad de actuación superior a la media. Son realistas, minuciosos, metódicos y organizados; evitan las situaciones arriesgadas, se toman su tiempo y tienen una notable eficacia cuando están situados en una estructura que transmite seguridad.	LO QUE SE DEBE ACEPTAR A PRIORI CON UN LI Un LI no hará nada para que el otro se sienta cómodo, no hay que dudar en seguir adelante con prudencia. No se debe divagar, no aprecia ni las conversaciones de salón, ni los discursos que saltan de un tema a otro sin orden lógico ni objetivo. Hay que contar con que planteará problemas de detalle exasperantes, es verificador y quisquilloso y con frecuencia pretende buscar tres pies al gato. No transgredir el reglamento establecido, se corre el riesgo de ser llamado al orden. No tener prisa, no le gusta ser presionado y necesita tiempo de reflexión antes de decidir. COMO ABORDAR A UN LI Respetar las reglas, la jerarquía, la cortesía. Respetar sus rutinas y rituales. No ser personal: nada de cuestiones directas o indiscretas. Evitar disgustarle, es un emotivo controlado (atención a los bloqueos y explosiones súbitas). Entregarle los escritos limpios, sin faltas ni tachones. Pedirle que critique con detalle lo que no está bien. Darle tiempo para reflexionar y pedirle otra entrevista. Pedirle consejos para la puesta en marcha y posterior ejecución de un informe. Hacerle precisar cualquier cosa que no haya tenido en cuenta. Valorar su sentido de la organización y su talento como organizador. Valorar sus capacidades para seguir los asuntos en detalle hasta su puesta en marcha.
LIMBICO DERECHO Son con frecuencia extravertidos. La mayor parte de ellos tienen el don del contacto y se muestran sonrientes y abiertos. Tienen una conversación fácil y procuran establecer relaciones sencillas e íntimas, incluso en el ambiente profesional. Tienen un sentido natural para la conciliación, por temor al conflicto. Generosos, disponibles y humanos, dan muestras de cualidades excepcionales para la comunicación.	LO QUE SE DEBE ACEPTAR A PRIORI CON UN LD Habrá que soportar una serie de preguntas sobre la propia vida y el trabajo. Llegan a resultar indiscretos. Quien trata a un LD tiene derecho a una larga descripción de todo lo que hace por el bien de todos, pues siempre busca la aprobación y gratitud de los demás. Con él se tiene la impresión de perder el tiempo. Los asuntos se podrían solucionar rápidamente si se abordasen sin rodeos. Quien le trata se asombrará al comprobar que no aborda realmente el fondo del problema. Con él se corre el riesgo de

Saben escuchar y tener en cuenta los deseos personales. Estos amables personajes, sin embargo, se dejan dominar por su afectividad, es su talón de Aquiles. Se inflaman y se apasionan para defender sus valores o ideología, carecen de calma y paciencia. Se acomplejan y retraen ante el lenguaje técnico, parecen asustados y no osan decir que no comprenden nada. Es decir, reaccionan mal ante los reproches, porque se sitúan ante todo en el plano personal.	verse implicado en una relación demasiado afectiva y personalizada (esto lo hago porque es usted...). COMO ABORDAR A UN LD Aceptando perder el tiempo para poder ganarlo. Abordándole con una sonrisa y expresión franca. Hablándole de su vida personal y sus problemas. Dejándole expresarse. Aceptando escucharle. Teniendo con él pequeñas atenciones. Siendo muy concreto. Valorando su preocupación por los otros, su disponibilidad. Haciéndole sentir que gusta, que resulta simpático. Mostrando agradecimiento por todo lo que hace, por su capacidad para dinamizar a la gente, por la capacidad para escuchar que demuestra.
CORTICAL DERECHO Son originales e independientes y no pasan desapercibidos en su grupo. Innovadores y creativos, les gusta lo inesperado y están siempre dispuestos a nuevas experiencias. Ante un problema, asombran por su capacidad para retener lo esencial y proponer múltiples soluciones. Algunos son extravagantes y poco realistas, pues hacen con frecuencia propuestas interesantes e innovadoras. Dotados de un humor ligero o cáustico, de un sentido de la paradoja y de la metáfora, hacen que el ambiente en torno a ellos sea distendido y saben 'poner el dedo' en las incoherencias. Sin embargo, son desestabilizadores e insoportables, olvidan sus asuntos y citas. Llegan tarde, se muestran desenvueltos y desatentos cuando el asunto les parece demasiado prosaico. A veces son imprecisos, desordenados, sus exposiciones carecen de rigor y prefieren hacer planes fantásticos a solucionar problemas cotidianos. Los CD son los que más sufren si tienen que estar encerrados en sus límites, o están obligadas a seguir instrucciones o reflexionar pausa-	LO QUE SE DEBE ACEPTAR A PRIORI CON UN CD Hay que escucharle una serie de sueños referidos a las múltiples posibilidades que se vislumbran para realizar lo que se desea. A veces cuesta trabajo seguirle y se corre el riesgo de verse arrastrado a hablar de otra cosa. Su capacidad para hacer varias cosas al mismo tiempo puede desestabilizar y perturbar a los demás. El CD puede anotar ideas, contestar al teléfono e informarse sobre lo que pretende una persona que entreabre la puerta, mientras dice: Dígame, lo escucho . Al tratar con él se corre el riesgo de quedarse atónito o perder la estabilidad por culpa del humor, las paradojas o las metáforas que utiliza. Quien le trata, se siente impresionado por la riqueza de ideas que muestra, pero perplejo respecto a las posibilidades de ponerlas en práctica. COMO ABORDAR A UN CD Mostrándose jovial. Diciendo bobadas con humor. Abordarle preguntando: qué hay de nuevo? . No siendo estricto con los horarios. Dejándole hablar. Pidiéndole ideas para solucionar un problema, mejorar un proyecto o salirse de la rutina. Preguntándole cómo ve el porvenir respecto a un problema preocupante. Dejando vagar su pensamiento por asociaciones. Pidiéndole que se explique cuando salta de un tema a otro y haga perder el hilo de lo que está diciendo. Proponiéndoleque presente una

damente, sin dar rienda suelta a su imaginación y humor.	cosa y su contraria y no pedirle que se decida, se siente cómodo con las contradicciones.

QUE PEDAGOGIA USAR CON LOS ALUMNOS DE CADA CUADRANTE

QUE LE FALTA AL ALUMNO CORTICAL IZQUIERDO

Es poco creativo. Le falta imaginación. Desarrolla mal sus ideas. Tiene pocas ideas personales y no expresa su sensibilidad. Tiene pocas aptitudes para el arte. Tiene problemas con las materias literarias: expresión seca, sin emociones. Es demasiado individualista.

QUE HACER CON ESTE ALUMNO

Utilizar con él una pedagogía racional que de prioridad al contenido:

Utilizar el libro o el manual. Terminar el programa. Proporcionar hechos. Insistir en la teoría. Dar definiciones precisas. Dar referencias. Mostrar esquemas abstractos: diagramas, curvas. Dar cifras y estadísticas. Trabajar en informática. Partir de la hipótesis, de la ley, para llegar a la experimentación (deducción). Procurar que haga ejercicios en progresión, yendo de lo más sencillo a lo más difícil, para estimular su espíritu de competición.

PROCURAR QUE SE ABRA A OTROS CUADRANTES

Utilizar su gusto por la competición: cualquier idea nueva será tomada en cuenta y aumentará su nota. Hacer que prepare trabajos orales. Hacerle intervenir ante toda la clase. Transformar los símbolos en imágenes y metáforas. Enseñarle a ver las cosas en su globalidad. Practicar juegos que le ayuden a desarrollar su sentido espacial. Hacer que prponga sus ideas desorganizadamente antes de organizarlas. Organizar actividades de reflexiones dirigidas, asociando en ellas ideas con imágenes. Hacer que describa una situación con los cinco sentidos. Hacer poesías. Imaginar y crear mediante la mímica y el dibujo. Hacer que conozca el mundo por medio de visitas escolares, para desarrollar su sensibilidad artística.

QUE LE FALTA AL ALUMNO LIMBICO IZQUIERDO

Le falta apertura, fantasía y visión global. No sabe qué hacer frente a un imprevisto. Le resulta difícil trabajar con medios audiovisuales. No sabe resumir un texto o una situación.

QUE HACER CON ESTE ALUMNO

Uitilizar con él una pedagogía organizada, estructurada en un clima de seguridad:

Escribir la programación en la pizarra en forma clara y legible. Darle instrucciones estrictas. Proporcionarle documentos escritos impecables. Dividir la hora de clase en secuencias, indicándolo previamente. Proponerle objetivos a corto plazo bien definidos. Permitirle salirse de las normas para pasar a la experimentación (le gustan los trabajos manuales y tiene éxito en ello). Es preciso que conozca las relaciones con lo que conoce. Es necesario respetar su territorio: no excitarle pidiéndole algo bruscamente.

PROCURAR QUE SE ABRA A OTROS CUADRANTES

Elogiarle cuando tiene éxito en algo. Darle confianza en sí mísmo. Utilizar su faceta de líder y dirigente para una buena causa. Hacer fichas de evaluación donde perciba lo que sabe hacer y sus progresos. Desarrollar su memoria dándole reglas mnemotécnicas. Enseñarle a exteriorizar y a comunicar haciendo exposiciones en tiempos delimitados y

breves. Proporcionarle modelos para que se lance a ejercicios nuevos. Enseñarle a resumir las clases: tres palabras clave y basta dos o tres puntos concretos. Enseñarle a globalizar: leer un texto, dividirlo en varias partes y darles títulos; inventar un título global a partir de esos títulos secundarios. Utilizar su sentido de la organización.

QUE LE FALTA AL ALUMNO LIMBICO DERECHO

Le falta orden, rigor, conocimientos precisos. Le falta saber escuchar (aunque sabe hacerlo si consigue dominarse). Le falta control y dominio de sí mísmo, organización, y tiene poca autonomía y perspectiva frente a la opinión de otros.

QUE HACER CON ESTE ALUMNO

Proporcionarle una pedagogía emotiva y concreta:

Crear un ambiente cálido y acogedor. Establecer un diálogo eficaz (no constante). Elogiar sus progresos, sus actitudes positivas. Partir de sus vivencias (su experiencia): lo que es, lo que hace, lo que sabe, lo que le gusta. Realizar gesto eficaces: con frecuencia el LD es un kinestésico.

Dejar que decore su cuaderno, sus deberes, que personalice sus trabajos. Favorecer los trabajos en grupo canalizando las charlas sobre problemas personales. Variar los ejercicios. Jugar, moverse, aprender divirtiéndose: juegos, visitas, teatros, música. Partir de imágenes y representaciones personales hasta llegar a la abstracción. Darle responsabilidades y confiarle funciones de comunicación y negociación.

PROCURAR QUE SE ABRA A OTROS CUADRANTES

Ayudarle a organizarse, comenzar por el mantenimiento del cuaderno de programación. Ayudarle a buscar el sentido preciso de las palabras, tener un diccionario en la clase. Leer los textos en voz alta aceptando preguntas para asegurar la comprensión. Sustituír los 'me gusta, no me gusta' por los 'sé, no sé'. Proporcionar métodos y comenzar por lo que sabe, para darle confianza y ponerle en condiciones de tener éxito. Canalizar su espontaneidad y su impulsividad diciéndole que, antes de intervenir, 'hable para sus adentros' para clasificar, escoger y organizar sus ideas. Enseñarle a dominar sus emociones y a hablar de ellas. Enseñarle a suprimir el 'yo' y a utilizar el 'él', es decir a tomar perspectiva respecto a sus afectos (establecer diferencia entre autor y narrador). Actuar como abogado del diablo para crear la distancia entre el yo y el otro: pros y contras. Procurar que se haga teatro de improvisación (ateniéndose a unas reglas rigurosas que se imponen) para obligarle a ceñirse a una ley impuesta. Utilizar sus habilidades de negociador y sus dotes para el contacto humano para convertirle en delegado de la clase.

QUE LE FALTA AL ALUMNO CORTICAL DERECHO

Le falta organización, estructura, espíritu de grupo, claridad (pasa de una idea a otra), rigor, lógica y método.

QUE HACER CON ESTE ALUMNO

Proporcionarle una pedagogía imprevisible, original, imaginativa y concreta:

Proponer ejemplos concretos y visibles. Utilizar soportes visuales. Tener humor. Utilizar el método experimental y empírico. Proponer clases variadas, ricas, con interrupciones gráficas concretas. Permitirle ensayar con riesgo de equivocarse. Proponer juegos, obras imaginativas, teatro. Darle la posibilidad de hablar, decir aberraciones, tener ideas incongruentes al margen de las lecciones. Darle ocasión de inventar, crear, innovar sin presión.

PROCURAR QUE SE ABRA A OTROS CUADRANTES

Ayudarle a clasificar sus ideas, a ir más allá de sus adquisiciones. Enseñarle rigor y

método a partir de diagramas que favorezcan la organización planificada de elementos o ideas lanzados en desorden. Cuando tenga que reflexionar sobre el contenido de una tarea, se le aconsejará que escriba todas sus ideas tal como se le ocurran en un papel y que después las estructure, jerarquizando las respuestas y los argumentos. Pedirle que justifique sus respuestas. Desarrollar una idea justificando las etapas mencionadas. Reconstruír el camino del pensamiento que ha llevado a una respuesta espontánea. Ponerle trampas para que perciba los riesgos de la intuición pura, sin comprobación. Hacerle encontrar un enunciado a partir de un resultado. Pedirle que reconstruya el principio de un texto a partir de una conclusión. Hacer que complete un puzzle en tiempo limitado. Hacerle que responda a una norma dada.

CAPÍTULO 8

El Proceso Creador a la Luz de la Neurociencia

Miguel Martínez Miguélez

l. Orientación Introductoria

Hace unos años, el Congreso Norteamericano emitió una Resolución por medio de la cual designó la década del 90 como "década del cerebro", y destinó más de 500 millones de dólares para el estudio de la Neurociencia durante ese año.

Las expectativas que se han formado sobre los estudios de la maquinaria neuronal son ilimitadas. Como en otro tiempo se estudiaron las aves para fabricar máquinas volantes y los peces para hacer submarinos, ahora se trata de arrancarle los secretos a la dinámica cerebral para sustituir al hombre por máquinas pensantes que lo imiten y, si es posible, lo superen en el nivel de eficacia de las decisiones a tomar.

No podemos formarnos una idea exacta del futuro promisor que pueden tener los estudios de la Neurociencia. Quizá, no mucho más precisa de la que se podrían haber formado los cavernícolas sobre nuestra civilización actual.

En esta conferencia, nos preguntamos hasta qué punto los estudios actuales sobre Neurociencia iluminan el proceso creador. Es decir, qué aportes nos ofrecen la neurofisiología, la neuroquímica, la neurocirugía, la neurofarmacología y la neuropsicología en la comprensión del origen, dinámica y éxito del pensamiento divergente, innovador y enriquecedor. En una palabra, nos preguntamos qué relación directa existe entre la experiencia interna subjetiva, que es nuestra realidad primaria, y el cerebro como sede de la misma.

Las neurociencias señaladas abundan en datos semi-empíricos que corren el riesgo de ser poco explotados si no son ubicados en sus contextos específicos, si no se relaciona y armoniza la estructura de estos hallazgos con la estructura y funcionamiento del cerebro y si no se le hace avanzar de su estado actual de datos primarios con una organización estructural y sistémica, es decir, a través de un proceso de teorización que los integre y le dé pleno sentido. En fin de cuentas, como solía decir Einstein, *la ciencia consiste en crear teorías*.

Por otra parte, el principo rector que nos guiará en el ordenamiento y en la expresión de estas ideas será el *principio de economía de estructuras*, principio de una

validez incuestionable en la naturaleza humana, y que pudiéramos concretar más precisamente de la manera siguiente: *a cada estructura específica del cerebro corresponde una función*, y esta función será tanto más acabada y perfecta cuanto más siga y respete la estructura en que se apoya.

2. Complejidad estructural y funcional.

Los datos que especifican la naturaleza constitutiva del cerebro humano son todos muy sorprendentes, aparentemente increíbles y casi imposibles de imaginar. Veamos sólo algunos de ellos:

- El cerebro tiene sólo el 2% del peso del cuerpo, pero consume el 20% de su energía.
- Está compuesto por unos 10 a 15 mil millones de neuronas, cada una de las cuales se interconecta con otras por un número de sinapsis que va de varios centenares a más de 20.000, formando una red estructural que es unas 100 veces más compleja que la red telefónica mundial.
- Sin embargo, el tiempo de activación entre dos sinapsis es inferior a un milisegundo (Eccles, 1973).
- Una estimación modesta de la frecuencia de impulsos entre los dos hemisferios supera los 4000 millones por segundo, 4000 Megahertz (MHz), (Eccles,1980, p. 366), cuando las computadoras más sofisticadas se acercan ahora a los 80 ó 100 MHz.
- De esta manera, la velocidad de procesamiento de información del sistema nervioso no consciente supera toda posible imaginación humana, siendo de uno a diez millones de bits (unidades de información) por segundo (Hainer, 1968), lo cual equivale a unas 300 páginas de lenguaje de un libro normal.
- Toda experiencia sensorial, consciente o inconsciente, queda registrada en el aparato neuronal y podrá ser evocada posteriormente, si se dan ciertas condiciones propicias; y algo parecido sucede con nuestro conocimiento hereditario inconsciente que constituye una base de potencialidad aun mucho mayor (Popper, 1980, p.136-7).
- Parece ser que el cerebro, al igual que algunos sentidos como la vista y el oído, utilizan los principios holográficos para almacenamiento de información, de modo que, registrando únicamente la pauta de difracción de un evento, conserva la información de la totalidad y el aprendizaje se reduce a la organización jerárquica de estructuras de estructuras. Esto indicaría que el cerebro sigue el sabio concepto de no poner en la cabeza nada que pueda ubicarse en una estantería.
- Igualmente, la vastedad y los recursos de la mente son tan grandes que el hombre puede elegir, en un instante dado, cada una de las 1040 sentencias diferentes de que dispone una lengua culta (Polanyi, 1969, p. 151).

Estos y otros datos similares nos llevan a concluir que el cerebro humano es la realidad más compleja del universo que habitamos.

Siguiendo el principio de economía antes citado, nos podemos preguntar qué sentido o significado tiene, o qué función desempeña, esta asombrosa capacidad del cerebro humano que reside en su ilimitada posibilidad de memoria y en su inimaginable velocidad de procesar información. Nuestra respuesta es que esa dotación gigantesca está ahí, esperando que se den las condiciones apropiadas para entrar en acción.

3. Áreas comprometidas y áreas disponibles

Szentágothai (1975), basándose en extensos estudios microestructurales, ha desarrolado la idea según la cual, tanto en la *estructura* como en la *función* de todas las áreas de la corteza cerebral, la columna, módulo o engrama, constituye la unidad básica, está dispuesta verticalmente respecto a la superficie, se compone de unas 10.000 neuronas de diferentes tipos, especialmente excitadoras e inhibidoras, y toda la maquinaria neuronal de la corteza cerebral humana posee de uno a dos millones de módulos o engramas.

Se prodrían comparar los módulos a los microcircuitos integrados de la electrónica actual, aunque, siendo mucho más complejos, tienen un sistema propio de generar energía interna, asegurando la delimitación del entorno mediante su acción inhibidora sobre los módulos adyacentes, de modo que cada módulo puede actuar sobre cientos de otros, recibiendo a su vez la acción de ellos. Cada módulo se puede también comparar a una estación de radio transmisora hacia la mente y receptora de ella (Eccles, 1980, p. 538), con una disposición funcional de excitación e inhibición en retroalimentación y proalimentación. El cerebro es un sistema abierto de sistemas abiertos cuya operación en conjunto es inmensamente compleja y está más allá de todo lo imaginable.

Penfield (1966) llama *áreas comprometidas* a aquellas áreas del córtex que desempeñan funciones específicas; así, las áreas sensoriales y motoras están comprometidas desde el nacimiento con esas funciones, mientras que las áreas dedicadas a los procesos mentales superiores son *áreas no comprometidas*, en el sentido de que no tienen localización espacial concreta, y su función no está determinada genéticamente. Penfield hace ver que mientras la mayor parte de la corteza cerebral de los animales está comprometida con las funciones sensoriales y motoras, en el hombre sucede lo contrario: la mayor parte de su cerebro no está comprometida, sino que está disponible para la realización de un *futuro no programado*.

Entre las muchas realidades importantes en el funcionamiento del cerebro, hay un hecho sumamente relevante que conviene subrayar: las vías de los órganos receptores que van al cerebro nunca son directas, sino que siempre hay conexiones sinápticas de una neurona a otra en las estaciones de relé. Una neurona sólo lleva el "mensaje" de un extremo al otro de su axón. Por lo tanto, cada uno de estos estadios da cierta oportunidad de modificar la codificación

del "mensaje" procedente de los receptores sensoriales. Esta situación llevó a Mountcastle (1975) a afirmar:
"Todos creemos vivir directamente inmersos en el mundo que nos rodea, sentir sus objetos y acontecimientos con precision y vivir en el mundo real y ordinario. Afirmo que todo eso no es más que una ilusión perceptiva, dado que todos nosotros nos enfrentamos al mundo desde un cerebro que se halla conectado con lo que está 'ahí fuera' a través de unos cuantos millones de frágiles fibras nerviosas sensoriales. Esos son nuestros únicos canales de información, nuestras líneas vitales con la realidad. Estas fibras nerviosas sensoriales no son registradores de alta fidelidad, dado que acentúan ciertas características del estímulo, mientras que desprecian otras. *La neurona central es un contador de historias*, por lo que respecta a las fibras nerviosas aferentes, y nunca resulta completamente fiable, permitiendo distorsiones de cualidad y de medida en una relación espacial forzada aunque isomórfica entre 'fuera' y 'dentro'. La sensación es una abstracción, no una réplica, del mundo real".

4. Complementariedad de las estructuras cerebrales.
En 1981 le fue otorgado a Roger Sperry, del Instituto Tecnológico de California, el Premio Nóbel por sus investigaciones y hallazgos en el campo de la neurociencia. Sperry, entre otras cosas, ha dicho: "Cada uno de los dos hemisferios cerebrales parece tener sus propias sensaciones, percepciones, pensamientos, sensibilidad y memoria". Y, al especificar las funciones propias de cada uno, viene a precisar, integrar y, en ciertos aspectos, a completar hallazgos de muchos otros investigadores, de extraordinarias implicaciones para la comprensión del proceso creador.
El *hemisferio izquierdo*, que es consciente, realiza todas las funciones que requieren un pensamiento analítico, elementalista y atomista; su modo de operar es lineal, sucesivo y secuencial en el tiempo, en el sentido de que va paso a paso; recibe la información dato a dato, la procesa en forma lógica, discursiva, causal y sistemática y razona verbal y matemáticamente, al estilo de una computadora donde toda "decisión" depende de la anterior; su modo de pensar le permite conocer una parte a la vez, no todas ni el todo; es predominantemente simbólico, abstracto y proposicional en su función, poseyendo una especialización y control casi completo de la expresión del habla, la escritura, la aritmética y el cálculo, con las capacidades verbales e ideativas, semánticas, sintácticas, lógicas y numéricas (Martínez, 1987).
El *hemisferio derecho*, en cambio, que es siempre inconsciente, desarrolla todas las funciones que requieren un pensamiento o una visión intelectual sintética y simultánea de muchas cosas a la vez. Por ello, este hemisferio está dotado de un pensamiento intuitivo que es capaz de percepciones estructurales, sincréticas, geométricas, configuracionales o gestálticas, y puede comparar esquemas en forma no verbal, analógica, metafórica, alegórica e integral. Su manera de

operar se debe, por consiguiente, a su capacidad de aprenhensión estereognósica del todo, a su estilo de proceder en forma holista, compleja, no lineal, tácita, simultánea y acausal. Esto le permite orientarse en el espacio y lo habilita para el pensamiento y apreciación de formas espaciales, el reconocimiento de rostros, formas visuales e imágenes táctiles, la comprensión pictórica, la de estructuras musicales y, en general, de todo lo que requiere un pensamiento visual, imaginación o está ligado a la apreciación artística (ibídem).

La velocidad de trabajo y procesamiento de información de ambos hemisferios es totalmente diferente: mientras el sistema nervioso racional *consciente* (hemisferio izquierdo) procesa apenas unos 40 bits (unidades de información) por segundo, la plena capacidad de todo el sistema nervisoso *inconsciente* (asentado, en su mayor parte, en el hemisferio derecho, el cerebelo y el sistema límbico) alcanza -como ya señalamos- de uno a diez millones de bits por segundo (Hainer, 1968).

Es conveniente advertir que, de acuerdo a algunos investigadores, el 44% de las personas zurdas lateralizan algunas de estas funciones en sentido contrario al usual (Restak, 1979, p. 193), y que igualmente harían los japoneses debido a la estructura de su lengua, en que dominan las vocales, sin embargo, al ser educados en Occidente siguirían la pauta occidental (Tsunoda, 1985).

John Eccles (1980), Premio Nóbel por sus descubrimientos sobre transmisión neurológica, estima que el cuerpo calloso está compuesto por unos 200 millones de fibras nerviosas que cruzan por él de un hemisferio a otro, conectando casi todas las áreas corticales de un hemisferio con las áreas simétricas del otro, y que, teniendo una frecuencia de unos 20 ciclos cada una, transportan una cantidad tan fantástica de tráfico de impulsos en ambas direcciones que supera los 4000 millones por segundo, 4000 Megahertz. Este tráfico inmenso, que conserva los dos hemisferios trabajando juntos, sugiere por sí mismo que su integración es una función compleja y de gran trascendencia en el desempeño del cerebro. La sutileza y la inmensa complejidad de los *engramas espaciotemporales* que así se forman, constituyen lo que Sherrington llamaba "la trama encantada" y -según Eccles (1975)- se hallan muy por encima de los niveles de investigación logrados por la física y la fisiología de nuestros días.

Aunque la actividad del hemisferio derecho es totalmente inconsciente debido a su alta velocidad, tiene, no obstante, una especie de *reverberación* en el izquierdo. De este modo, la mente consciente, que actúa sólo sobre este hemisferio, puede, sin embargo, tener un acceso indirecto prácticamente a toda la información que le interesa, en un momento dado, del hemisferio derecho. Por esta razón, ambos hemisferios tienen una estructura y desarrollan actividades especializadas, pero que *se complementan*; en efecto, muchas funciones de codificación, almacenamiento y recuperación de información dependen de la integración de estas funciones en ambos hemisferios. Aún más, la complementariedad se encuentra tan radicada en su naturaleza que en los casos de atrofia congénita

de un hemisferio, el otro trata de realizar el trabajo de los dos, y -según Sperry- al cortar el cuerpo calloso (impidiendo, con ello, el paso de información de uno a otro), cada hemisferio opera de manera independiente como si fuera un cerebro completo, pero, evidentemente, en forma menos eficiente aun en la realización de sus propias funciones específicas. Como señala el eminente neurólogo y Premio Nóbel Ramón y Cajal, "es imposible entender el plan arquitectónico del cerebro si uno no admite, como principio guía de este plan, la unidad de percepción" (Ornstein, 1973, p. 117-8).

Este hecho tiene, como veremos más adelante, incalculables implicaciones para el fomento y programación de actividades creadoras y para la promoción del autoaprendizaje.

Ya los psicólogos de la escuela de Würzburg descubrieron asombrados, desde principios de siglo, que en el estudio de un problema el *proceso determinante de la solución* se desarrollaba al margen de la conciencia. Las personas sometidas a los experimentos nunca podían indicar cómo obtenían la solución. En efecto, nadie tiene conciencia clara de cómo escoge, a partir de millones de posibilidades, y de cómo termina adivinando.

En cierta ocasión, Einstein afirmó que los científicos son como los detectives que se afanan por seguir la pista de un misterio, pero que los científicos *creativos* deben cometer su propio "delito" y también llevar a cabo la investigación. Einstein, como otros científicos eminentes, sabía esto por experiencia propia. Ellos, ante todo, habían cometido el "delito" de pensar y creer en algo que iba en contra del pensamiento "normal" y corriente de los intelectuales y de lo aceptado por la comunidad científica; algo que desafiaba las normas de un proceder "racional" e, incluso, de la misma lógica consagrada por el uso de siglos; algo que solamente se apoyaba en su *intuición*. La *osadía intelectual* siempre ha sido un rasgo distintivo de las personas creadoras; incluso más que el mismo C.I. Es perfectamente posible -señala Popper- que un gigante intelectual como Einstein, posea un C.I. comparativamente bajo, y que, entre las personas con un C.I. excepcionalmente alto, sean raros los talentos creativos (1980, p. 139).

5. Dinámica del Proceso Creador

Al entrar en la dinámica del proceso creador, aspecto central de nuestro tema, conviene señalar, en honor a la clarificación y precisión de conceptos, tres *hechos* que, sin temor a exagerar, pudiéramos concretar en las siguientes expresiones: 1) la formación del pensamiento crítico y el desarrollo de la creatividad son los objetivos más frecuentes en los planes de estudio a todo nivel; 2) estos objetivos son, paradójicamente, los menos cultivados en forma expresa y, cuando emergen espontáneamente, los más perseguidos, y, 3) esta falta de cultivo y esta persecución se interpretan ordinariamente como un interés en neutralizar individuos revolucionarios, anárquicos o desestabilizadores del

sistema y nunca como lo que realmente son, una afirmación de la personalidad inmadura o incapaz del docente, o de los intereses de los directivos.

El proceso creador, en acción, sigue una dinámica constituida por varias etapas o pasos, cuya naturaleza y secuencia podemos ordenar integrando una gran variedad de aportes de las diferentes neurociencias.

5.1 Motivación inicial

En primer lugar, debe existir una motivación o interés específico centrado en un área determinada, que tiene un gran significado intelectual o emocional para nosotros. Solamente así, la mente inicia la tarea de buscar y recuperar recuerdos, palabras, expresiones, ideas, sucesos, imágenes, melodías, etc., sondeando y escudriñando activamente los dispositivos modulares abiertos o semiabiertos para integrar su contenido en un recuerdo reconocible, rico en significación personal.

5.2 Exploración del contenido de los módulos abiertos

En esta actividad, la mente *actúa remota y lentamente*, sin potencia coercitiva, sobre una amplia extensión de módulos de la corteza cerebral, en los cuales está codificada la información: aunque necesita aproximadamente sólo un milisegundo la transmisión de una neurona a otra, la mente autoconsciente emplea, sin embargo, unos 800 milisegundos para ejecutar una orden. Este tiempo, relativamente largo, de incubación lo emplea en sondear la disposición y contenido de los módulos abiertos o que tengan cierto grado de apertura, es decir, que *sintonizan con sus intereses actuales*; pero, a través de su acción sobre los módulos abiertos, puede influir sobre los cerrados que tengan cierta semejanza de contenido, y al actuar sobre todos estos módulos del hemisferio izquierdo, consciente, puede sondear también el contenido de los módulos del derecho, inconsciente, e incorporar e integrar su riqueza y significación propia. Le es posible realizar esta acción a través de las fibras del cuerpo calloso que conectan las áreas simétricas de ambos hemisferios, y por el *efecto de reverberación* que existe entre los módulos de ambos hemisferios que tienen cntenidos relacionados. Así, la mente autoconsciente, en fracciones de segundo, puede sondear cientos de miles de unidades independientes y sintetizar su gran diversidad haciendo de ella una unidad de experiencia consciente.

5.3 Papel activo de la mente autoconsciente

En nuestro cerebro existe una especie de división en *jerarquías de controles*: los resultados de primer orden o nivel son revisados críticamente por la *mente autoconsciente*, es decir, la mente consciente de sí, autorreflexiva, y, así, se forma un segundo orden, como sucede cuando el yo observa las ilusiones ópticas y se hace críticamente consciente de que "tiene" una ilusión y de que debe superarla, o cuando reconoce que un nombre o un número no es correcto y ordena un nuevo proceso de recuerdo, etc. De esta manera, en un sistema abierto de sistemas abiertos, como es el cerebro humano, el yo se va ubicando y conserva siempre la mayor altura en esta jerarquía de control, es decir, la mente auto-

consciente tiene una *función maestra*, superior, interpretativa y controladora, en su relación con el cerebro, ya que acepta o rechaza, usa o modifica, valora y evalúa los contenidos que le ofrece el cerebro de relación. Popper dice que "el yo, en cierto sentido, toca el cerebro del mismo modo que un pianista toca el piano o que un conductor acciona los mandos de su coche" (1980, p. 557).

Al tratar de recuperar el recuerdo o la información que nos interesa en un momento determinado, la mente autoconsciente sondea ensayando todo tipo de *estrategias*. Es un proceso *activo* y extremadamente *complejo*. Para que la mente *trabaje eficientemente* con el cerebro e interactúe con él, precisa una buena dosis de aprendizaje intenso, que se concreta en el *uso eficaz del lenguaje*, expresando las ideas con palabras y oraciones adecuadas, comprobando hacia atrás y hacia adelante, avanzando y retrocediendo, evaluando y juzgando.

Teniendo presente cuál es nuestra atención, elección e interés, y usando estos tópicos como *claves* en su operación, la mente puede hacer una selección de lo que le ofrece el cerebro de relación (módulos explorados) y mezclar los resultados de muchas áreas diferentes formando una unidad integrada de experiencia consciente; es decir, la mente autoconsciente desempeña el papel principal de acción en la búsqueda, selección, descubrimiento, organización e integración de contenidos. No hay un proceso mecánico simple de la mente autoconsciente; no se accionan sencillamente algunas *claves* y se obtiene un mensaje, se oprime una tecla y se obtiene una respuesta inmediata y última, tal como ocurriría con la memoria o casillero de una computadora; "las cosas son infinitamente más complicadas" -dice Eccles. En la generación de oraciones, por ejemplo, se produce un continuo modelado y modificación oscilando hacia adelante y hacia atrás y aproximándose, en un *juego continuo de interacción*, desarrollado entre la mente autoconsciente, por un lado, y los centros cerebrales superiores, por el otro. El trabajo, por ejemplo, de una neurona inhibitoria, en este contexto, es similar al de un escultor que corta y descarta partes de la piedra a fin de formar una estatua. Esta dinámica y actividad de la mente autoconsciente supera ampliamente las explicaciones y teorías que asignan a la mente un carácter de "espectador pasivo" ante las reacciones del cerebro.

El nivel de complejidad que se da en la interacción entre la parte consciente y la inconsciente es muy alto. Cuando nuestra mente está libre de mecanismos defensivos, cuando actúa espontáneamente, cuando observa y ausculta todas las reacciones de su propio cerebro, dispone de un cúmulo intenso de datos que procesa, a veces inconscientemente, y genera conclusiones que se le presentan como *intuiciones*. Esta "sabiduría del organismo" nos proporciona juicios que pueden ser más sabios que el pensamiento consciente, tomado en sí mismo, ya que el carácter racional del hombre le lleva, quizá, a negarse a sí mismo y a desconocer aquella parte que se le presenta con una aparente incoherencia o como amenazadora. A veces, hay un auténtico antagonismo entre las tendencias excesivamente racionalistas y la intuición; pareciera como si la dialécti-

ca, o el diálogo, entre los dos hemisferios cerebrales, derecho e izquierdo, todavía no hubiera terminado.

5.4 Interacción en el sistema cognitivo-afectivo

De una importancia capital es la relación entre el sistema límbico o lóbulo límbico y el neocórtex prefrontal, es decir, entre el sistema emotivo y el cognitivo, unidos a través de una *gran red de canales de circulación* en ambas direcciones. El sistema límbico abarca un ensamblaje extremadamente complejo de estructuras, cuya plena comprensión, tanto estructural como funcional, no ha sido aún alcanzada. Sabemos, sin embargo, muy bien que el sistema límbico da un *colorido emocional* cambiando en gran medida las percepciones conscientes y, viceversa, que, mediante la corteza prefrontal (sistema consciente), el sujeto ejerce una influencia de control sobre las emociones generadas por el sistema límbico. Es más, hoy día se avanzan teorías que los consideran como un solo sistema, la *estructura emocional-cognitiva*, ya que hay vías de complicada circulación que van desde las entradas sensoriales al sistema límbico y luego, de ahí, al lóbulo prefrontal, regresando de nuevo al sistema límbico y, posteriormente, una vez más, al lóbulo prefrontal.

Nauta (1971), un gran estudioso de la relación entre los sistemas prefrontal y límbico, señala que el estado interno del organismo (hambre, sed, miedo, rabia, placer, sexo, etc.) se indica a los lóbulos prefrontales desde el hipotálamo, los núcleos septales, el hipocampo, la amígdala y demás componentes del sistema límbico, a través de una gran red de vías y circuitos que llevan intenso tráfico de información; el córtex prefrontal sintetiza toda esta información emotiva, sentimental y apetitiva y traza, luego, una guía adecuada de conducta. De esta manera, *los estados afectivos* adquieren una importancia extraordinaria, ya que *pueden inhibir, distorsionar, excitar o regular los procesos cognoscitivos*, conclusión ésta que deberá cambiar muchas prácticas antieducativas, que no se preocupan de crear el *clima o atmósfera afectivos* necesarios para *facilitar* los procesos de aprendizaje y el fomento y desarrollo de la creatividad.

5.5 Influencia del pasado y vivencia del eureka

Nuestra mente autoconsciente puede buscar en la memoria los datos e ideas apropiados para la solución de un problema y luego relacionarlos, pero esto casi siempre lo hace comparando el planteamiento del problema con nuestra estructura cognoscitiva previa, la cual activa las ideas antecedentes pertinentes y las soluciones dadas a problemas anteriores parecidos que, a su vez, son reorganizadas y transformadas en forma de proposiciones de solución al nuevo problema que se plantea. Ahora bien, cuando la solución del problema exige relaciones o estructuras *novedosas u originales*, la mente consciente fácilmente *fuerza* las cosas en la dirección errónea, en la dirección de lo conocido, de lo viejo, de lo ya sabido, es decir, nos lleva por un camino estéril. Sin embargo, este esfuerzo no es inútil, al revés, puede ser muy provechoso, pues selecciona muchas ideas pertinentes que, de alguna manera, pueden tener conexión con el

problema. Estas ideas, cuando la mente consciente deja de forzarlas en una determinada dirección, se unen entre sí y con otras pertinentes y adecuadas que ellas movilizan por un proceso inconsciente y de acuerdo a su propia naturaleza; no es que se enlacen al azar, pues el azar no es creativo. La unión de estas ideas por sus características y naturaleza y a un nivel preconsciente o subliminal, da como resultado el hallazgo, la invención o el descubrimiento creativos. Pudiéramos decir que un conocimiento que ya existe, pero en forma inconsciente, se hace consciente a través de la "intuición". No de otra manera se podrían explicar los hechos que hacen ver que esos resultados aparecen durante momentos de reposo, pero, ordinariamente, después de un trabajo mental duro y laborioso sobre los mismos y tras repetidos rechazos insatisfactorios.

Ya Helmholtz, a fines del siglo pasado, identificó tres etapas en su trabajo creativo: 1) una investigación inicial llevada adelante hasta que le era imposible seguir; 2) un período de reposo y recuperación, y, 3) la ocurrencia de una solución repentina e inesperada (Arieti, 1976, p. 268).

También Poincaré, tratando de explicar el proceso que le llevó a sus múltiples descubrimientos, avanza dos hipótesis. En la primera enfatiza la cualidad estética de la combinación: la mente, como un siervo educado, dejaría pasar por la entrada de la conciencia sólo aquellas combinaciones que llaman la atención por su belleza y elegancia. La segunda asume que durante el trabajo preparatorio la mente no pone en acción todas las ideas posibles, sino solamente aquellas que tienen algo que ver con el objeto de estudio (ibídem, p. 269).

El campo de la electroencefalografía ha venido a demostrar, con sus muchas investigaciones al respecto, que cuando se realiza una baja en la frecuencia de las ondas del cerebro (ondas o ritmo alfa y theta: de 10 ó 5 ciclos por segundo, respectivamente, y unos 50 microvoltios en promedio) a través de la relajación, se da una mayor sincronía entre las diversas partes del cerebro y aumenta considerablemente la actividad de los procesos preconscientes. Los grandes descubrimientos y creaciones científicas se efectuaron precisamente en estas condiciones, es decir, cuando sus autores se encontraban relajados físicamente, con los ojos cerrados, tranquilos y en actitud de ensueño (Arquímedes, Newton, Darwin, Poincaré, etc.).

Toda la historia de los descubrimientos científicos, como la de las creaciones artísticas, está llena de anécdotas que hacen ver que el proceso creativo se da como "entre bastidores", pero siempre después que la mente consciente ha luchado con el problema, lo ha intentado todo y lo deja, alejándose del mismo.

Cuando analizamos el contexto en que se da la *verdadera intuición*, constatamos que no es una simple conjetura y, menos aún, el resultado de un acertijo o de intentos por ensayo y error. La verdadera intuición es una *visión intelectual de una relación*, que puede ser el significado, alcance o estructura de un problema o situación; es espontánea, íntima, inesperada, instantánea, intensamente clara (tal como si esta idea o verdad se tuviera a la vista) y no ocurre por vía de

razonamiento; simplemante, uno es "arrastrado" hacia la nueva verdad. Y estos fuertes sentimientos de convicción, de la vivencia del *eureka*, son -según MacLean (1978)- , en gran parte, generados por una tormenta que desencadena el sistema límbico, es decir, que tienen una gran componente emotiva.

5.6 Lógica implícita de la intuición

Una pregunta muy pertinente a este respecto es la siguiente: ¿existe *lógica* en el proceso preconsciente que culmina con la intuición novedosa? Frecuentemente se identifica una intuición -especialmente cuando la verdad de su contenido no puede demostrarse de inmediato- como algo irracional, y a quien cree en ella se le considera falto de lógica, de razón y, también, anticientífico. Los mayores genios de la historia tuvieron que soportar esto, a veces, durante toda su vida.

Hace mucho tiempo Pascal dijo una frase que se ha hecho famosa: "el corazón tiene razones que la razón no conoce". No es al corazón físico a lo que se refiere Pascal, y ni siquiera a los sentimientos, sino a la función cognoscitiva de la intuición, que es capaz de sintetizar y aprehender la totalidad de una realidad o situación dada. Desde luego, la intuición no es infalible. Ningún conocimiento humano lo es. Pero el proceso intuitivo, que se desarrolla más allá del umbral de la conciencia, puede seguir una *lógica implícita*, imposible de captar a nivel consciente, debido a la *complejidad y rapidez de las relaciones* que están en juego. Esta posición sobre la lógica implícita es sotenida por autores como Polanyi (1969), Kuhn (1978), Weimer (1979) y, sobre todo, por Henri Poincaré quien, después de sus descubrimientos matemáticos y astronómicos, refiriéndose al proceso inconsciente de las intuiciones que le llevaron a esos hallazgos, afirma: "el yo subliminal no es en forma alguna inferior al yo consciente; no es meramente automático, es capaz de discernimiento; tiene tacto y delicadeza; sabe cómo elegir y adivinar... Conoce cómo adivinar mejor que el yo consciente, ya que tiene éxito donde éste ha fracasado. En una palabra, ¿no es el yo subliminal superior al yo consciente?" (1978, pág. 84).

5.7 Armonía entre las diferentes partes del cerebro

Quizá, la falla mayor de nuestra educación haya consistido en cultivar, básicamente, un solo hemisferio, el izquierdo, y sus funciones racionales conscientes, descuidando la intuición y las funciones holistas y gestálticas del derecho, e, igualmente, marginando la componente emotiva y afectiva y su importancia en el contexto general. Así, mientras en un nivel llevamos una existencia que parece racional y cuerda, en otro nivel estamos viviendo una existencia rabiosa, competitiva, miedosa y destructiva. La *armonía* entre las tres partes del cerebro, entre las tres estructuras fundamentales -hemisferio izquierdo, derecho y sistema límbico- , su equilibrio y sabia orquestación deberá ser un objetivo fundamental de nuestra educación moderna.

La serenidad y paz emocional es indispensable para que los engramas y módulos se abran a la búsqueda inquisitiva de la mente autoconsciente, incluso para

que puedan enfrentar el riesgo y el temor al fracaso. En condiciones normales, el porcentaje de eficiencia del cerebro corriente de muchos adultos no supera el 5% de sus posibilidades, cuando en condiciones óptimas, como las que popician algunos métodos de orquestación ideal, pueden aumentar hasta 5 veces el rendimiento normal.

5.8 El yo crea su cerebro

Hay, además, otro aspecto de extremada significación y trascendencia, y es el que se deriva de la función activa de la mente autoconsciente, la cual es capaz de provocar cambios en los acontecimientos neuronales, formando y creando, así, su propio cerebro.

"Cuando el pensamiento -dice Eccles- lleva a la acción, como neurólogo, me veo obligado a conjeturar que, de algún modo, mi pensamiento cambia los patrones operativos de las actividades neuronales de mi cerebro. Así, pues, el pensamiento acaba por controlar las descargas de impulsos de las células piramidales de mi corteza cerebral, y finalmente las contracciones de mis músculos y los patrones de conducta que se derivan de ahí" (1980, pág. 318).

La conclusión a que llegan tanto Popper como Eccles es que la actuación de la personalidad y del yo van formando y estructurando el cerebro y que, por ello, "está muy claro que *nuestro cerebro es, al menos en parte, el producto de nuestra mente"* (pág. 534). Esta razón es la que los llevó a cambiar el título de su obra "El Yo y el Cerebro", por el de "El Yo y *su* Cerebro". Y hacen ver que aunque el yo y la mente consciente tienen una base física que parece centrarse en el cerebro, son algo muy distinto de cualquier otra realidad existente o del mismo cerebro, lo cual se demuestra por el hecho de que "podemos perder partes considerables del cerebro sin que ello interfiera con nuestra personalidad" (1980, p. 130).

Una posición, más o menos similar, había sostenido también Sperry (1969b):

"En este esquema -dice él- se considera que los fenómenos conscientes interactúan con los aspectos fisicoquímicos y fisiológicos del cerebro, gobernándolos en gran medida. Obviamente, también se produce la relación inversa, por lo que se concibe una interacción mutua entre las propiedades fisiológicas y mentales. Aun así, la interpretación presente tendería a *restaurar a la mente en su vieja posición prestigiosa sobre la materia*, en el sentido de que los fenómenos mentales trascienden claramente los fenómenos de la fisiología y de la bioquímica".

6. Conclusiones y Aplicaciones

La comprensión y el esclarecimiento de un área determinada del saber siempre repercute benéficamente en muchas otras. Podemos preguntarnos qué implicaciones trae lo expuesto hasta aquí para la promoción y cultivo del talento creador.

6.1. Los sabios de la antigüedad solían dar a sus consultantes una respuesta o profecía ambigua, que producía el efecto de obligarle a mirar hacia sus adentros, a consultar sus propias intuiciones y sabiduría, a replantearse la situación,

a volver a considerar sus planes y a pensar nuevas posibilidades. En todo esto había una creencia: que la información para la respuesta y solución adecuada de nuestros problemas está, por lo menos en gran parte, dentro de nosotros mismos y que allí hay que buscarla.

6.2. Se ha demostrado en forma cada vez más clara que cuanto más creemos en las habilidades de nuestra mente, cuanto más la utilizamos y tenemos fe en ella, mejor trabaja. En efecto, parece que el mayor obstáculo que se opone a la expansión y uso de la mente intuitivo-creativa, lo que más inhibe su capacidad y dinamismo, es la falta de fe en nosotros mismos, ya que una gran confianza en uno mismo y en la propia capacidad elimina ciertos constreñimientos mentales que imposibilitan, a nivel neurofisilógico cerebral de los engramas, el flujo de ideas y sus relaciones.

6.3. Son muchos los autores e investigadores que han demostrado que la falta de desarrollo estructural lleva luego a una incapacidad funcional. Sperry lo especifica en los siguientes términos: "muchos elementos internos de nuestro cerebro se activan solamente con operaciones muy específicas y, si estas actividades no se realizan -de una manera particular durante las etapas del desarrollo cuando las neuronas y sus sinapsis dependen mucho del uso- las neuronas involucradas pueden sufrir un proceso regresivo, dejando profundas deficiencias funcionales en su maquinaria integradora" (Bogen, 1976). Esto explicaría tantos hechos y constataciones de "desventajas culturales", es decir, de personas cuyas potencialidades han quedado sin desarrollar por falta de una "escolaridad apropiada".

6.4. Una actividad básicamente inhibidora es la *evaluación escolar*, de acuerdo a como se practica en la gran mayoría de nuestros centros educacionales. Es antihumano el forzar hacia un conformismo, el mutilar el pensamiento divergente, el sancionar la discrepancia aunque sea razonada, el no aceptar la oposición aunque sea lógica, el no tolerar la crítica aunque sea fundada. Todo esto se lleva a cabo, de hecho, y en la forma más natural e impune, en todos nuestros sistemas "educativos", y lo peor es que se realiza inhibiendo o coartando potencialidades, iniciativas e impulsos del ser humano que lo proyectan mucho más allá de los cauces y metas que se le han preprogramado desde afuera.

6.5. En los últimos tiempos se ha denunciado frecuentemente (Kuhn, 1978; Polanyi, 1969; Feyerabend, 1975, 1978; Weimer, 1979; Maslow, 1982) el nivel de asfixia y sofocación de la creatividad y la esterilidad intelectual que produce en los medios académicos la imposición de una *normativa metodológica* que todo lo reduce a caminar por donde ya se caminó, a explorar como antes se exploró, a pensar como antes de pensó y, en resumidas cuentas, a no hacer nada que antes no se haya hecho, cortándole, de esta manera, las alas y el vuelo a la mejor imaginación creadora y al pensamiento más original y productivo.

6.6. La naturaleza de los procesos preconscientes que hemos analizado requiere, como condición indispensable, que se renuncie -por lo menos temporal-

mente- al único orden aparente, a la única lógica siempre usada, a la única racionalidad siempre aceptada, y que se dé cierta entrada a lo que inicialmente puede presentarse como aparente desorden, caos y sinsentido, porque muy bien puede haber, en ese campo desconocido que se investiga, otro tipo de orden, otra clase de lógica y otra forma de racionalidad que no pueden entrar totalmente en los esquemas anteriores. En fin de cuentas, *lo nuevo y original* puede serlo en muchos aspectos, en muchas formas y a muchos niveles.

6.7. Finalmente, conviene enfatizar que los procesos creativos, como el pensamiento original y productivo, no son acciones aisladas en las personas, sino que impregnan *toda la personalidad*; es decir, que no son algo que se toma o se deja, que se entrega o se adquiere en un momento, como en un "taller de creatividad", en una "semana de la creatividad" y cosas por el estilo. La verdadera creatvidad la favorece y la propicia un *clima permanente* de libertad mental, una atmósfera general, integral y global que propicia, estimula, promueve y valora el pensamiento divergente y autónomo, la discrepancia razonada, la oposición lógica, la crítica fundada. Como podremos constatar, todo esto es algo que se proclama mucho de palabra, pero que se sanciona, de hecho, en todos los niveles de nuestras instituciones "educativas". Siempre es peligroso defender una opinión diverge. Los representantes del *status* toman sus precauciones contra esos "fastidiosos perturbadores del orden", contra esos "desestabilizadores del sistema". Por esto, no resulta nada fácil forjarse una opinión propia. Ello exige osadía intelectual, esfuerzo y valentía, y una personalidad muy segura, independiente y auténticamente madura. Todos los innovadores, por muy beneméritos que los consideren después las generaciones posteriores, han tenido que pargar por ello. Así le ocurrió a Copérnico, a Galileo, a Newton, a Darwin, a Freud, a Einstein, a Max Planck y a muchos otros, tanto en el campo de las ciencias como en el de las Humanidades y las Artes.

Parte IV

Desarrollo del pensamiento

CAPÍTULO 9

Teoría, programas y estrategias de desarrollo del pensamiento

Mª Inmaculada Herrera Ramírez

1. Introducción

Responder a la pregunta ¿qué es el pensamiento?, no es una tarea fácil, ya que no es algo físico, palpable; aunque, realmente, tenga un soporte físico, las neuronas cerebrales. Por tanto, hablar de pensamiento es aventurarnos en proposiciones o modelos teóricos –constructos– acerca de lo que se cree que es, en función de sus manifestaciones, más que de forma directa.

En cualquier caso, parece ser que el pensamiento constituye un proceso o sistemas de procesos complejos que abarcan desde la captación de estímulos, hasta su almacenaje en memoria y su posterior utilización, lo que requiere el análisis detallado que se ofrece a continuación.

2. El proceso de pensamiento

Desde una perspectiva simplista, podemos entender por pensamiento el proceso o sistema de procesos que establecen, justifican y/o determinan las relaciones funcionales entre estímulos y respuestas. Pylyshyn y Eysenck (1984) lo consideran, desde otro punto de vista también sencillo, pero más claro, como sistema de procesos que operan sobre representaciones; es decir, el trabajo que nuestra mente realiza con las creaciones representativas (simbólicas) que elabora del mundo de lo real.

No obstante, como lo que aquí se pretende es tener una idea lo más clara posible, nos introduciremos de forma sencilla en los términos, intentando que quede patente la estructura dinámica del pensamiento, sus componentes y funcionamiento.

Podemos decir que el proceso de pensamiento comienza por una *estimulación* (foco estimular) a la que dirigimos nuestra *atención*. En ese momento, nuestra mente está dispuesta de forma selectiva a recibir cualquier información.

Una vez focalizada la atención; es decir, una vez centrada en los estímulos que le interesan despreciando el resto, por medio de los sentidos, obtenemos *sensaciones* que no son más que los datos del mundo exterior.

Esas sensaciones físicas (fotones luminosos, ondas sonoras, etc.) son traducidas por los órganos correspondientes (quiasma óptico, órgano de Corti, etc.) a impulsos nerviosos –corriente bioeléctrica– que se transmiten por el sistema nervioso dirigiéndose al cerebro y, allí, se codifica en un tipo de lenguaje especial con el que trabaja, creándose así lo que pudiéramos llamar una "imagen mental", representación o *percepción* de la realidad.

Una vez obtenida la representación interior de la realidad, se deposita de forma transitoria en la *memoria a corto plazo* (MCP), que supone una especie de mesa de trabajo o, en términos informáticos la memoria RAM, para así poder seguir trabajando con esos datos. Allí, entonces, se realiza otra operación que consiste en realizar un breve análisis diagnóstico o identificativo que recibe el nombre de *apercepción*; es decir, darse cuenta. La diferencia entre percibir y apercibirse viene a ser la misma que existe entre mirar y ver, o entre escuchar y oír.

Cuando nos hemos apercibido, los datos de que disponemos –esa representación mental depurada y consciente–, si se trata de la primera vez que tomamos contacto con ellos, forman lo que recibe el nombre de "*concepto natural*", a través de dos operaciones básicas: *generalización* y *discriminación*. La generalización consiste en determinar a qué familia pertenecen los datos disponibles y la discriminación consiste en detectar cuáles son sus elementos diferenciales respecto a su familia.

Quizás con un ejemplo esto se pueda comprender mejor: Supongamos que por primera vez se le muestra a un niño una tiza. Para que éste pueda formarse su primer concepto –concepto natural– sobre esa cosa que desconoce, primero, debe conocer a qué familia pertenece –familia de las cosas que sirven para escribir, dibujar, etc.–, con ello estaría generalizando; segundo, si, pero, aunque pinta, no lo hace como un lápiz, ni un bolígrafo, etc., sino que, en vez de tinta, etc., deja un polvillo blanco, o de color, que se puede quitar con la mano, etc., y, además del color, tiene otras constantes perceptivas: forma, textura, tamaño, peso, dureza, brillo, sabor, etc. Estas operaciones que la mente del niño está realiza lo que consiguen es *categorizar* el concepto; es decir, ver sus cualidades o categorías, que, en principio serán pocas y que variarán según la capacidad y el desarrollo mental de cada cual. En realidad lo que ocurre es que, de alguna manera, se responde a tres preguntas básicas: ¿qué?, ¿por qué? y ¿para qué?, cuestiones que dan una aproximación racional a la realidad.

Pero esto, en cuanto que se trata del primer concepto –concepto natural–, de manera que cuantas veces evoque en el futuro ese mismo concepto y vaya descubriendo más cualidades (más constantes perceptivas, más utilidades, etc.), irá puliendo y depurando progresivamente el mismo añadiéndole más cualidades o categorías. Pensemos por un momento la evolución que ha sufrido en nuestra mente el concepto amor, desde que formamos su concepto natural. Mientras tanto, estos datos pueden pasar de la memoria de corto plazo o de trabajo, a la de largo plazo, en función de nuestro interés.

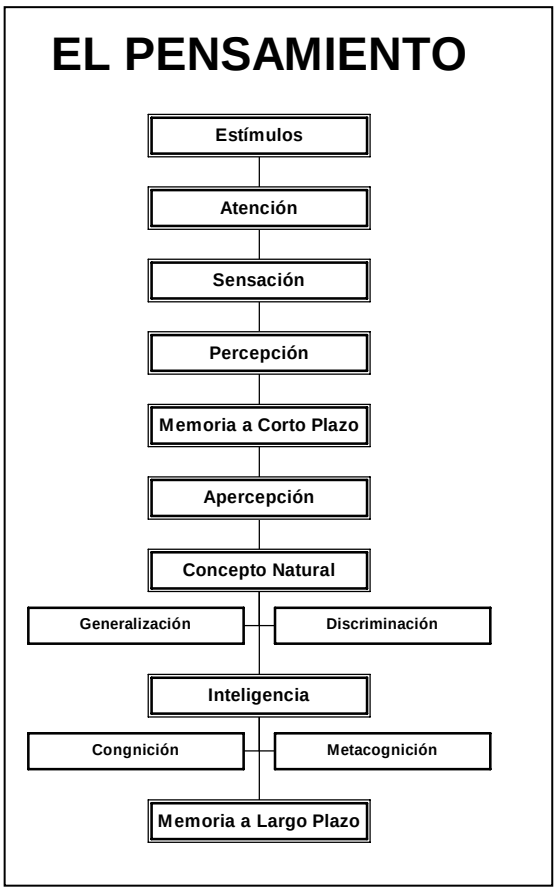
Como es obvio pensar también, el hombre desde su niñez va aprendiendo gran cantidad de conceptos, pero, en realidad, ¿qué hace con ellos?. Veamos...

Supongamos el caso de una mente vacía (cosa que jamás ocurre porque incluso dentro del seno materno el hombre tiene algún conocimiento, bien sea de tipo sensitivo, afectivo, motor, etc.), que recibe su primer concepto natural, con uno sólo poca cosa puede hacer; pero, si introduce otro, ya puede jugar con los dos de una forma particular, situándolos en el espacio y el tiempo, comparándolos, diferenciándolos, etc., y, lo que es más importante, uniéndolos incluso para forma otro nuevo concepto fruto de esa unión, tal vez hasta una frase u oración. Pues bien, si esto se puede hacer con dos conceptos, a medida que los vayamos organizando y engrosando en nuestra memoria cada vez con más conceptos, le iremos dando más posibilidades de juego a la mente.

Llegado este momento, es conveniente hablar aquí de un tipo de conceptos muy especiales que le va a conferir una gran potencialidad a la mente humana que maneja primeros conceptos, la mente infantil, puesto que se van a convertir en los primeros operadores funcionales (inteligencia preoperacional) de los demás conceptos mentales; me refiero a los conceptos básicos (arriba-abajo, delante-detrás, etc.; Bohem, 1968). Suponiendo que el primer concepto natural fuese "mamá" y el segundo "papá", con los conceptos básicos se podrían construir diferentes conceptos o frases nuevas, tales como: mamá delante de papá, etc., y todas las combinaciones posibles. O, con el ejemplo anterior de "tiza" y otro de nuevo, como, "mesa", podría argumentar: tiza arriba o encima de la mesa, o, debajo, delante, detrás, etc.

A partir de la utilización primaria de estos conceptos, se podrán ir elaborando frases cada vez más ricas y mejor construidas (inteligencia operacional concreta y formal «abstracta»). Las frases facilitarán la creación de premisas, con lo que se podrán plantear y resolver silogismos, y, a partir de ahí, se podrá razonar, resolver problemas e, incluso, llegar a la puesta en marcha del pensamiento divergente y creador.

Como se puede apreciar, el manejo/juego de/con los conceptos no es otra cosa que la aplicación de la *inteligencia*; es decir, la inteligencia, en realidad, es una especie de operadora o calculadora que utiliza los conceptos para mejor adaptarnos al medio, o, lo que es lo mismo, para resolver las situaciones problemáticas que nos encontramos en el camino de nuestras vidas.



Esta superherramienta tan eficaz para el hombre, la inteligencia, para su mejor organización y funcionamiento utiliza dos tipos de estrategias básicas: *cognitivas* y *metacognitivas*. Las primeras, encargadas de recoger, procesar –análisis y síntesis–, y guardar en la memoria a largo plazo todos los conceptos (información) necesarios; y, las segundas, dedicadas a su aplicación en cada caso como mejor convenga.

No obstante, todo el proceso descrito, desde la estimulación a la aplicación intelectiva, de alguna manera está mediatizado por los componentes afectivos de nuestra personalidad, tales como nuestra motivación, autoconcepto, autoestima, autoeficacia, etc.

Pero todo esto no se da de golpe, sino secuencial, paulatina y progresivamente a lo largo del desarrollo humano, sobre todo durante los primeros veinte años de vida, comenzando por la puesta en marcha de procesos conductuales afectivos, posteriormente, psicomotores, cognitivos y socio-relacionales; si bien hay que manifestar que todos también producen cognición, aunque no tan específica.

Recordemos que la afectividad impregna los primeros momentos de la vida del hombre y evolutivamente le siguen la motricidad/psicomotricidad, el conocimiento y las relaciones sociales.

Una ilustración gráfica secuencial de todo lo expuesto, para una mayor claridad, es la que se ofrece en el esquema siguiente.

3. Pensamiento y lenguaje

3.1. El origen del lenguaje.

A pesar de las innumerables investigaciones realizadas, no se sabe con certeza cuándo y cómo nació el lenguaje, esa facultad que el hombre tiene para comunicarse con sus semejantes, valiéndose de un sistema formado por el conjunto de signos lingüísticos y sus relaciones, y, aunque muchos investigadores tratan de encontrar luz sobre este "misterio", sus resultados no pasan de ser más que meras especulaciones. No obstante, por la observación de los gritos de ciertos animales superiores, algunos creen que tales sonidos fueron los cimientos del lenguaje hablado.

Desde el punto de vista antropológico y etnológico, es indudable que el lenguaje articulado constituye una de las manifestaciones características que separan al hombre de los seres irracionales. Éstos últimos expresan y comunican sus sensaciones por medios instintivos, pero no hablan, a diferencia de los seres dotados de conciencia. Por lo tanto, si tuviésemos que añadir un sexto sentido a los cinco tradicionales, sin duda alguna, sería el habla; ya que la lengua, además de servir para el sentido del gusto y otras funciones cotidianas, tiene también la aplicación de facilitar la emisión de sonidos articulados, particularidad que nos diferencia de los animales.

Por otra parte, el animal no es capaz de planificar sus acciones, puesto que toda su conducta instintiva está determinada por su sistema de reflejos condicionados e incondicionados. La conducta humana, en cambio, se define de forma absolutamente diferente. La situación típica del individuo es el proceso de planteamiento y solución de una tarea mediante la actividad intelectual, para lo que se vale, no sólo de la experiencia individual, sino también de la colectiva. Consiguientemente, el hombre, a diferencia del resto de los animales, sabe planificar sus acciones, y el instrumento fundamental para tal planificación y solución de sus tareas mentales es el lenguaje. Aquí nos encontramos con una de sus funciones más elementales: la de servir de instrumento del acto intelectual, que se expresa en la percepción, memoria, conceptualización, razonamiento, etc.

Los primeros signos articulados por los pitecántropos que habitaron en Asia y África, data de hace unos 600.000 a. de J.C. Después vinieron otros homínidos cuya capacidad craneal, superior al "Homo Erectus", les permitió fabricar utensilios rudimentarios y descubrir el fuego, pero también idearon un código de signos lingüísticos que les permitiera comunicar sus pensamientos y sentimientos. Durante el paleolítico (aproximadamente 35.000 a. de J.C.), tanto el "Hombre de Neandertal" como el "Hombre de Cro-Magnon" dieron señales de que poseían un idioma comunicativo y una anatomía equiparable a la del

hombre moderno. Quizás éstos sean algunos posibles "momentos" en la evolución del lenguaje humano, desde la remota época en que el "Homo Sapiens" hacía simples gestos acompañados de gritos o interjecciones –a la manera de ciertos animales–, hasta la descripción oral de los objetos que le rodeaban y la designación de ideas mediante sonidos que suponían el aumento de la capacidad de abstracción. Éste es el período en el que nacen las primeras lenguas, coincidiendo con el desplazamiento de los hombres primitivos.

Con el transcurso del tiempo, los hombres primitivos empezaron a vivir en pequeños grupos familiares, usando un lenguaje que era de uso exclusivo del grupo, con palabras que expresaban una idea común para todos. Poco a poco, se fueron reuniendo en comunidades más grandes, formando tribus y poblados. Algunos grupos se desplazaron a lugares más o menos lejanos buscando nuevos territorios donde se podía encontrar caza y pesca, mientras otros se trasladaron en busca de regiones más cálidas, generalmente junto a los ríos, donde construyeron sus chozas y consolidaron su lengua materna. Valga aclarar que si los habitantes de un lugar carecían de relaciones con los de otros, no es nada probable que usaran el mismo lenguaje para comunicarse entre sí, lo que hace suponer que desde el principio hubo varias lenguas y no una sola "lengua madre", como generalmente creen los defensores del mito bíblico sobre "La Torre de Babel".

La filología comparada, en su estudio sobre las relaciones entre las diversas lenguas, no ha logrado encontrar ninguna esencialmente primitiva de la cual provengan todas las demás, ninguna "lengua madre" universal, y únicamente le asigna la denominación de "lenguas madres" a aquellas de las cuales se han derivado algunos idiomas, como el latín, que es la "lengua madre" del francés, español, portugués, italiano y otras lenguas neolatinas.

Los antropólogos, etnólogos y lingüistas, desde Luis Heyre (1797-1855) hasta la fecha, han realizado numerosas y profundas investigaciones para averiguar la posible existencia de un primitivo origen del lenguaje, estableciéndose diferentes hipótesis encaminadas unas a las relaciones psicofísicas entre las sensaciones de la visualidad y las auditivas; otras, tomando como fundamento de la formación natural del lenguaje, la evolución progresiva impuesta por el entorno social, y motivado por las necesidades del ser humano. También, se ha pensado en la onomatopeya, en la observación del lenguaje infantil, en la expresión de sentimientos, en las interjecciones, etc. Pero, los más destacados psicólogos y lingüistas –encabezados por Antonio Meillet (1866-1936)–, han llegado al reconocimiento de que hallar un lenguaje primitivo único es un problema insoluble, por lo que se limitan a clasificar las lenguas y señalar las raíces de las que consideran más primitivas.

En cualquier caso, se debe añadir que la evolución del lenguaje ha sido paralela a la evolución del hombre desde la más remota antigüedad. Los idiomas que abundan en la actualidad, agrupados en ramas de un mismo tronco lingüístico,

siguen causando controversias entre los investigadores, puesto que el estudio del origen del lenguaje es tan complejo como querer encontrar el "eslabón perdido" en el proceso de humanización de nuestros antepasados.

Una sociedad, por muy organizada que esté, es incapaz de fijar definitivamente el lenguaje, porque éste se forma progresiva y gradualmente, por lo que no existe ninguna lengua que pueda llamarse completa, por no existir ninguna que exprese todas nuestras sensaciones y todas nuestras ideas. No obstante, el humano, como cualquier ser social por naturaleza, necesita relacionarse con sus semejantes, hablando y escuchando, y el principal instrumento de comunicación que utiliza es el lenguaje, cuyo sistema, constituido por signos verbales o palabras, hace que los individuos se entiendan entre sí. De no existir el lenguaje, tanto en su forma oral como escrita, sería más difícil la convivencia social y más primitiva nuestra forma de vida. Además, gracias al lenguaje ha sido posible lograr grandes éxitos en el conocimiento y dominio de las fuerzas de la naturaleza.

3.2. ¿El lenguaje es innato o adquirido?.

En la lingüística, como en otras ramas del conocimiento humano, existe una disputa entre el empirismo y el nativismo. El nativismo sostiene que la capacidad de ver, oír, pensar y hablar son actos innatos o genéticos. En cambio los empiristas, a la cabeza de los behavioristas o conductistas, están convencidos de que el niño aprende a hablar porque imita a los adultos –sobre todo a la madre– y porque tiene necesidad de manifestar sus necesidades y deseos. Según los empiristas, el niño aprende el idioma de la misma manera que otras destrezas físicas y mentales. Es decir, mediante la llamada "conducta operante", que está determinada por la influencia de factores externos o adquiridos y, no así, por medio de factores innatos o genéticos.

Del mismo modo que los empiristas están convencidos de que el niño aprende a articular y combinar sonidos, los nativistas y los psicólogos del Gestalt, que rechazan categóricamente la teoría de que el entorno social sea el único factor determinante en el desarrollo idiomático, están convencidos de que el habla es un "don" biológico con el que nacen los humanos, y que la experiencia cognitiva es apenas un estímulo para su desarrollo posterior. De ahí, que el psicólogo Arnold Gesell, a diferencia de John B. Watson y Brurrhus Skinner, sostiene la concepción de que gran parte del desarrollo lingüístico del individuo está determinado por factores de maduración interna, y no por las simples influencias del entorno social.

El desarrollo idiomático del individuo, en consecuencia, no se puede explicar desde el conductismo, sino desde la perspectiva biológica; más aún, si se considera el complicado proceso lingüístico que se genera en el cerebro humano. Según J. Jackson (1835-1911), *"cada función realizada por el sistema nervioso es garantizada no por un grupo reducido de células, sino por una complicada jerarquía de niveles de la organización fisiológica del sistema nervioso... Dicho de otra forma, para que la persona*

pronuncie una palabra, no es suficiente con que se activen el grupo de células de la corteza de los hemisferios del cerebro "responsable" de ello. En la gestación de la palabra participan, según su naturaleza, una estructura "profundidad de yacimiento", diversos mecanismos cerebrales… En el mantenimiento de los procesos lingüísticos toman parte tanto los más elementales mecanismos fisiológicos del tipo "estímulo respuesta" (E-R) como mecanismos específicos que poseen estructura jerárquica y exclusivamente características para las formas superiores de actividad lingüística" (Petrovski, 1980:193-94).

Para el pensador y lingüista norteamericano Noam Chomsky –padre de la "gramática generativa"–, *"el idioma es parecido a una computadora que funciona de manera automática, como los procesos de asociación antes de pensar. Chomsky plantea la teoría de que el niño tiene una programación genética para el aprendizaje de su lengua materna desde el instante en que las normas para las declinaciones de las palabras y la construcción sintáctica de las mismas están ya programadas genéticamente en el cerebro. Lo único que hace falta es aprender a adaptar esos mecanismos gramaticales al léxico y la sintaxis del idioma materno, que, en el fondo, es una variante de una gramática que es común para todas las lenguas, sin que esto quiera decir que exista –o existiera– una "lengua madre universal" de la cual derivan todos los idiomas hasta hoy conocidos"* (Jeffmar 1983:66).

El segundo análisis crítico lo dirige Chomsky contra el behaviorismo o conductismo, que contempla el comportamiento lingüístico como un conjunto de estímulos y respuestas (E-R) o, lo que es lo mismo, contra una concepción externa de la lengua. Si el dualismo fue catalogado de error, el conductismo fue considerado irracional, además de igualmente erróneo. El concepto de que el lenguaje sea algo adquirido del entorno social contrasta con la teoría defendida por los nativistas, según la cual el lenguaje es un producto interior de la mente/cerebro del hablante, independiente de las experiencias y los conocimientos adquiridos del entorno social por medio del proceso de aprendizaje.

A pesar de ello, tanto las teorías chomskianas y nativistas han sido motivos de controversias, sobre todo, cuando los empiristas y behavioristas, que no aceptan la existencia de una gramática innata y programada en el cerebro humano, señalan que las diferencias gramaticales existentes entre los idiomas son pruebas de que el lenguaje es un fenómeno adquirido por medio del proceso de aprendizaje. Noam Chomsky, por su parte, responde que estas diferencias se presentan sólo en la estructura superficial de los idiomas, pero no en la estructura profunda. Es decir, si en la estructura superficial se advierte las diferencias gramaticales de los distintos idiomas, en la estructura profunda se advierte una gramática válida para todos los idiomas, pues cada individuo, al nacer, posee una gramática universal que, con el tiempo y gracias a un contexto social concreto, se convierte en una gramática particular.

Asimismo, aparte de las dos teorías mencionadas, se debe añadir la concepción de los "interaccionistas", quienes consideran que el lenguaje es un producto tanto de factores innatos como adquiridos, ya que el lenguaje depende de impulsos internos y externos, que están determinados de antemano, lo que pre-

supone la preexistencia de sentimientos y pensamientos. Al faltar los conceptos internos –por diversos motivos– falta también la facultad del habla, como en los recién nacidos o en los deficientes mentales. Pero, para hablar, además de un contenido psíquico mínimo, hace falta el estímulo externo, el impulso de expresarse y hacer partícipes a los demás de nuestros estados de ánimo. De ahí, que el estudio del desarrollo idiomático del individuo es tratado no sólo por la psicolingüística, sino también por la sociolingüística, que estudia cómo el idioma influye y es influido en la interacción/interrelación existente entre el individuo y su contexto social, habida cuenta que el lenguaje, además de ser un código de signos lingüísticos, es el acto de expresar ideas y sentimientos mediante la palabra; más todavía, cuando el lenguaje es el primer patrimonio familiar que recibe el recién nacido, a quien le acompaña desde la cuna hasta la tumba, y es la herencia, a veces la única, que transmite a sus descendientes.

3.3. ¿Qué se da primero, el lenguaje o el pensamiento?.

Si para el polémico Noam Chomsky, el idioma es una especie de computadora que funciona de manera automática, como los procesos de asociación antes de pensar, entonces habría que suponer que el lenguaje está primero. La "teoría reguladora" explica que la acción y el pensamiento dependen de la capacidad lingüística de la persona, en tanto el psicólogo suizo Jean Piaget, cuya teorías cognitivas son ampliamente conocidas, sostiene que el lenguaje es, en gran medida, el producto del desarrollo de la acción y el pensamiento, ya que tanto la palabra como la idea son imágenes observadas y no a la inversa; pero, no faltan quienes aseveran que durante el desarrollo intelectual del individuo hay una interrelación dialéctica entre el lenguaje y el pensamiento. De modo que responder a la pregunta si primero está el lenguaje o el pensamiento, es lo mismo que responder a la pregunta sobre qué fue primero, si el huevo o la gallina.

De cualquier modo, las tres teorías fundamentales que responden a la pregunta de si primero se produce el lenguaje o el pensamiento se pueden sintetizar de la siguiente manera:

*La teoría que asegura que "el lenguaje se produjo/produce antes que el pensamiento" plantea que el idioma influye o determina la capacidad mental (pensamiento). En esta corriente lingüística incide la "gramática generativa" de Chomsky, para quien existe un mecanismo idiomático innato, que hace suponer que el pensamiento se desarrolla como consecuencia del desarrollo idiomático. Por lo tanto, si se considera que el lenguaje es un estado interior del cerebro del hablante, independiente de otros elementos adquiridos del entorno social, entonces es fácil suponer que primero está el lenguaje y después el pensamiento; más aún, si se parte del criterio de que el lenguaje acelera nuestra actividad teórica, intelectual y nuestras funciones psíquicas superiores (percepción, memoria, pensamiento, etc).

* La teoría que opina que "el pensamiento se produce antes que el lenguaje" sostiene que la capacidad de pensar influye en el idioma. No en vano René Descartes acuñó la frase: "pienso, luego existo". Asimismo, muchas actitudes cotidianas se expresan con la frase: "tengo dificultad de decir lo que pienso". Algunos psicolingüistas sostienen que el lenguaje se desarrolla a partir del pensamiento, por cuanto no es casual que se diga: "Una psique debidamente desarrollada da un idioma efectivo". Dentro de esta corriente lingüística se encuentra la llamada "The cognition hipotesis" (La hipótesis cognitiva), cuya teoría se resume en el concepto de que el "pensamiento se produce antes que el lenguaje". Aunque, quizás, uno de sus mayores representantes sea Jean Piaget, para quien el pensamiento se produce de la acción, y que el lenguaje es una más de las formas de liberar el pensamiento de la acción. "Piaget indica que el grado de asimilación del lenguaje por parte del niño, y también el grado de significación y utilidad que reporte el lenguaje a su actividad mental depende hasta cierto punto de las acciones mentales que desempeñe; es decir, que depende de que el niño piense con preconceptos, operaciones concretas u operaciones formales (Richmond, 1981:139).
* La "teoría simultánea" define que tanto el lenguaje como el pensamiento están ligados entre sí. Esta teoría fue dada a conocer ampliamente por el psicólogo ruso L.S. Vigotsky, quien explicaba que el pensamiento y el lenguaje se desarrollaban en una interrelación dialéctica, aunque considera que las estructuras del habla se convierten en estructuras básicas del pensamiento, así como la conciencia del individuo es primordialmente lingüística, debido al significado que tiene el lenguaje o la actividad lingüística en la realización de las funciones psíquicas superiores del hombre.
Asimismo, *"El lenguaje está particularmente ligado al pensamiento. Sin embargo, entre ellos no hay una relación de paralelismo, como frecuentemente consideran los lógicos y lingüistas tratando de encontrar en el pensamiento equivalentes exactos a las unidades lingüísticas y viceversa; al contrario, el pensamiento es lingüístico por su naturaleza, el lenguaje es el instrumento del pensamiento. Lazos no menos fuertes ligan al lenguaje con la memoria. La verdadera memoria humana (intermediadora) más frecuentemente se apoya en el lenguaje que en otras formas de intermediación. En igual medida se realiza la percepción con la ayuda de la actividad lingüística"* (Petrovski, 1980:205).
Así pues, las diversas teorías que pretenden explicar el origen del lenguaje, las funciones del pensamiento y sus operaciones concretas, son motivos de controversias entre los estudiosos de estas ramas del conocimiento humano; pero, cualquier esfuerzo por arrojar nuevas luces sobre este tema, tan fascinante como explicarse los misterios del universo, es siempre un buen pretexto para volver a estudiar las ciencias que conciernen al lenguaje y el pensamiento de todo ser dotado de capacidad racional y sentido lógico.

4. Evolución del pensamiento

4.1. En el niño.

4.1.1. El pensamiento simbólico y las funciones de representación.

Las manifestaciones mas importantes de la función semiótica son:

1º. Imitación. Se hace específicamente representación al ser imitación diferida, es decir, en ausencia del modelo. Constituirá un elemento importantísimo de avance cognitivo, ya que permite poner en marcha respuestas inicialmente poco personales pero que se perfeccionan con el uso y se interiorizan pasando a aumentar el bagaje adaptativo propio.

2º. Juego simbólico. Instrumento de desarrollo cognitivo y de equilibrio personal, puesto que proporciona la posibilidad de expresión propia. Con el juego no se persigue una adaptación a lo real, sino una manifestación del yo sin coacciones, mediante significantes de creación individual (símbolos), que pueden llegar a ser colectivos (signos) en función de acuerdos de grupo.

3º. Dibujo. Función de representación que tiene conjuntamente un intento de imitación de la realidad y un deseo expresivo de creación personal. Su evolución esta relacionada con la estructuración de la representación mental del espacio.

4º. Imagen mental. Permite representar mentalmente –cosas, personas, situaciones– mediante significantes ligados a los objetos (entendido el término en su sentido más amplio de opuesto a sujeto) y apoyados en la experiencia perceptiva del sujeto.

Esta representación puede llevarse a cabo, ya sea en un intento de aproximación a la realidad como tal, ya sea con un deseo de organización y combinación nueva de los elementos perceptivos reales. La primera manifestación de la imagen mental, que se denomina *imaginación reproductora*, aparece en primer lugar en el proceso de evolución cronológica, la imaginación creadora o anticipadora surge algo más tarde en este proceso evolutivo y relacionada con la estructuración lógica del pensamiento.

5º. Memoria. Capacidad psíquica ligada a la función semiótica que permite al niño desligarse del aquí y el ahora, pudiendo conservar la información captada en un determinado momento y utilizarla en situaciones posteriores.

6º. Lenguaje. Manifestación más específicamente humana de la función semiótica, que amplía las posibilidades adaptativas a niveles de complejidad considerables dada la amplitud y flexibilidad de sus posibilidades de comunicación. Es necesario subrayar que es la única manifestación de la función semiótica que está ya elaborada socialmente. En las demás, el niño construye sus propios significantes, aunque con influencia de la circunstancia ambiental. En el lenguaje el niño se encuentra inmerso en un sistema de signos colectivos, que él irá adquiriendo por aprendizaje. Este sistema de signos colectivo contiene una serie de instrumentos cognitivos que están al servicio del pensamiento y que responden a una estructura lógica, relaciones, clasificaciones y categorías. La utilización del vocabulario lingüístico por parte del niño, no implica que nece-

sariamente comprenda todo el contenido de estructuración lógica que está detrás de dicho vocabulario, ni que lo utilice con el significado preciso que tiene en el mundo adulto.

Son estas cuestiones muy importantes a tener en cuenta en el proceso educativo, ya que en función de las mismas el lenguaje puede ser un medio que facilite la comprensión y el aprendizaje, o por el contrario una fuente de imprecisiones e inseguridades.

4.1.2. El pensamiento intuitivo.

El pensamiento que aparece como resultado del dominio de la función semiótica no tiene todavía una estructura lógica. Esto se debe a que su función mental es todavía una acción interiorizada y, por ello, ligada a la información perceptiva.

El niño de esta etapa se somete a la evidencia de lo que percibe, sin tratar de establecer relaciones globales ni interpretaciones generales.

Las características intuitivas de los objetos que manipule o las vivencias afectivas que experimente condicionarán la interpretación de la realidad llevándole, a veces, a interpretaciones distorsionadas de la misma.

La forma intuitiva de presentar la información que se desea transmitir al niño marcará de manera muy poderosa sus posibilidades de comprensión, esto es algo muy importante en repercusiones educativas. Por ejemplo, en el proceso de aprendizaje de las diferencias entre sujeto y predicado en una clase de lengua, si los ejemplos que utiliza el educador presentan siempre al sujeto como la primera palabra de la oración –lo que ocurre frecuentemente en los libros de texto de los primeros niveles– los niños interpretaran, aunque no se les diga explícitamente que «el sujeto es la primera palabra de la oración».

Algo parecido ocurre en geometría, los triángulos rectángulos se representan siempre con el cateto menor como base y esto lleva a que los niños sean incapaces de reconocerlo en otra posición. El dominio del dato perceptivo les lleva a codificar como relevantes datos de información que son secundarios.

4.1.3. El pensamiento lógico concreto.

Con la aparición de la estructura lógica en el pensamiento el niño se libera del impacto de la percepción. El ejemplo clásico de la teoría de Piaget sobre la conservación de la cantidad, nos puede ayudar para comprender la diferencia.

El niño cuyo pensamiento no posee todavía estructura lógica cuando modifica la apariencia de dos bolas de plastilina, inicialmente iguales y en las que ha admitido que hay la misma cantidad, piensa «si las percibo distintas es que son distintas, por tanto, no hay ya la misma cantidad».

Por el contrario, el niño cuyo pensamiento tiene estructura lógica, no esta preso del dato perceptivo y puede, por consiguiente, pensar «eran iguales al principio, únicamente las he cambiado de forma, no he añadido ni quitado nada, por lo tanto, tiene que haber la misma cantidad».

Esta estructuración lógica le permite organizar y relacionar las secuencias espacio-temporales y alcanzar el equilibrio móvil entre la acomodación y la asimilación.

Lo propio del esquema sensoriomotor y de la representación prelógica es que se quedan centrados en un caso particular del objeto o en un punto de vista particular del sujeto. Es decir, simultánea e indistintamente acomodación fenoménica (cuando se fija en una situación particular del objeto, «el sol calienta porque es amarillo») o asimilación egocéntrica (cuando se distorsiona la realidad en función de las propias apetencias «la luna me sigue»).

Lo propio del pensamiento lógico es que éste no se apega ya a los estados particulares de los objetos, sino que es capaz de seguir mentalmente todas las transformaciones sucesivas, según todos los rodeos y puntos de vista posibles, ni tampoco se apega al punto de vista particular del sujeto.

Pero esta capacidad lógica sigue ligada a la realidad concreta. Es decir, el niño puede establecer relaciones lógicas en sus contenidos mentales, pero dependiendo de la lectura de los hechos. Esta limitado a la realidad física, a los pensamientos sobre cosas reales que pueden ser representadas, interiorizadas y relacionadas mentalmente. «Lo posible» se reduce a una prolongación virtual de las acciones u operaciones ligadas a un contenido dado. Por ejemplo, cuando después de seriar algunos objetos o algunas representaciones simbólicas, el sujeto sabe que podría continuar la seriación, manteniendo el mismo esquema anticipatorio.

Este estar ligado a lo real origina que las posibilidades que ofrece la estructuración lógica dependan en su actualización del contexto en que se deban utilizar, del tipo de tareas a las que se deba hacer frente, de la presentación intuitiva de dichas tareas, de los procesos de codificación que utilice el niño para captar la información, de la amplitud de demanda de memoria a corto plazo que requiera la tarea, etc.

Una cuestión importante ligada a la operación lógica y con gran incidencia en las estrategias educativas, es el hecho de que la misma va acompañada de la toma de consciencia, de la reflexión sobre los propios procesos mentales (metacognición).

La posibilidad de actualización plena de las posibilidades que ofrece esta nueva etapa del pensamiento dependerá también del tipo de interacciones sociales que el niño pueda establecer, de las oportunidades de expresión de sus propias interpretaciones de la realidad que el medio le permita y de las oportunidades de contrastar sus propias interpretaciones con las de los demás.

La dinámica educativa juega, por tanto, un papel básico en el desarrollo cognitivo, ya que puede impulsarlo o favorecerlo al máximo o, por el contrario, frenarlo y limitarlo.

Por ello las características generales del desarrollo cognitivo descritas tendrán manifestaciones diferenciales importantes, en función del contexto sociocultu-

ral en el que la persona viva y en función de la realidad individual de cada sujeto y de las oportunidades educativas que haya tenido.

4.2. El adolescente: *El pensamiento lógico formal.*

La aparición del pensamiento lógico formal opera un cambio importante en el desarrollo cognitivo al producirse una inversión de sentido entre lo real y lo posible.

Lo posible en lugar de manifestarse como una prolongación de lo real o de las acciones ejecutadas sobre la realidad, subordina a lo real. Los hechos reales se conciben como un sector de realizaciones efectivas en el interior de un universo de transformaciones posibles. El pensamiento formal es hipotético-deductivo, la deducción ya no se refiere, de modo directo, a las realidades percibidas, sino a enunciados hipotéticos; es decir, a proposiciones que formulan las hipótesis o plantean los datos independientemente de su carácter actual.

La deducción consiste entonces en vincular entre si esas presuposiciones extrayendo sus consecuencias necesarias incluso cuando su verdad experimental no vaya más allá de lo posible.

Ahora bien, este dominio de lo posible que alcanza el pensamiento formal no es en absoluto el dominio de lo arbitrario o la imaginación libre de toda regla y objetividad, sino la condición indispensable de una forma más general de equilibrio.

En efecto, ante una situación determinada el sujeto no se limita a tener en cuenta sólo aquellas relaciones entre los elementos dados que aparentemente se le imponen sino que, para evitar que poco después nuevos hechos lo contradigan, busca desde el comienzo englobar esas relaciones en apariencia reales dentro del conjunto de las relaciones concebidas como posibles.

Es decir, el sujeto tiende a insertar los vínculos supuestos en primer lugar como reales, los que toma de la observación de la realidad concreta, dentro del conjunto de los que reconoce como posibles, de manera que luego pueda elegir los verdaderos mediante el examen de ciertas transformaciones efectuadas en el interior de las relaciones posibles.

Se trata, en última instancia, de la posibilidad de pensar utilizando un procedimiento riguroso y sistemático semejante al utilizado en el método científico: observación de la realidad, formulación de hipótesis interpretativas y comprobación.

La aparición de la lógica formal viene condicionada por muchos factores y su utilización funcional también.

La lógica formal caracteriza el equilibrio final del desarrollo del pensamiento, pero no todas las personas la alcanzan ni todas las personas la utilizan plenamente en todas las situaciones vitales.

En función de la experiencia vital, de las oportunidades educativas, de las demandas de la situación, de la preparación previa con respecto a los temas, hay

mayores o menores posibilidades de que los sujetos sean capaces de procesos de pensamiento abstracto.
También en este caso inciden positiva o negativamente en su actualización todos los aspectos relacionados con las características de la tarea y las capacidades de codificación.
El sistema educativo, las condiciones de aprendizaje, las oportunidades de intercambio personal enriquecedor son factores condicionantes de la actualización de este nivel evolutivo.
4.3. El adulto.
Culminado el proceso evolutivo de establecimiento de estructuras básicas, los procesos de modificación y cambio no se cierran.
La actividad profesional del adulto marcara diferencialmente las características de esta evolución, pero lo que han demostrado las investigaciones más recientes es que no hay una pérdida de eficacia ni de potencial intelectual general.
En relación con el desarrollo cognitivo, interesa diferenciar los conceptos de:
* *Inteligencia fluida,* que hace referencia a los procesos cognitivos que implican novedad y rapidez de respuesta. Este tipo de actividad intelectual parece verse más afectada con el paso de los años, aunque se manifiestan muy claras diferencias individuales en función de la práctica y la experiencia.
* *Inteligencia cristalizada,* relacionada con los aspectos de organización y estructuración de contenidos específicos. Con la orientación especializada hacia tareas concretas en procesos de profundización. Al respecto, la edad adulta marca un momento de máxima eficacia, en función de un mayor equilibrio, de una mayor posibilidad de integración de contenidos experienciales y de puntos de vista diversos.
Los aspectos relacionados con la valoración social, las oportunidades de actividad interesante y las relaciones interpersonales incidirán marcando diferencias significativas entre las personas.
4.4. La persona de edad avanzada.
Entre los procesos cognoscitivos la memoria es la que parece mas afectada en función de los procesos involutivos que aparecen con la edad. El olvido de acontecimientos recientes, o de realizaciones importantes para la adaptación vital (apagar el gas, cerrar la puerta, etc.), aparecen creando situaciones de angustia y preocupación.
Los investigadores han estudiado que existen diferencias entre la memoria a corto y a largo plazo en estas situaciones involutivas.
En la *memoria a corto plazo,* los estudios realizados al respecto muestran que existen diferencias significativas en cuanto a la eficacia de la memoria a corto plazo entre los grupos jóvenes y las personas adultas y ancianas, cuando se trata de retención de listas de números o palabras; pero, cuando interviene el contenido significativo en el material a recordar, las diferencias son menos acusadas.

La *memoria a largo plazo*, sin embargo, se ve menos afectada que la memoria a corto plazo por los procesos involutivos y aparecen claras diferencias entre los sujetos sometidos a estudios experimentales en torno al tema, en función de sus niveles formativos previos, de sus intereses, de la motivación específica con que asumen la tarea y de la planificación previa para recordar.
Algunas hipótesis, entre ellas los estudios de Pascual Leone, relacionan las dificultades de memorización de las personas de edad avanzada con los niveles de atención y vigilancia.
Los operadores responsables del esfuerzo mental serían, según ellos, responsables, también, del deterioro de la capacidades mnémicas; pero, en todos los casos, lo que importa subrayar es que cada vez más estudiosos coinciden en destacar las granes diferencias individuales que se producen en los procesos de desarrollo y cómo estas diferencias se acentúan con el paso del tiempo en función de la experiencia vital del sujeto.

5. Aprender a pensar, pensar para aprender

5.1. Conceptos y teorías.

Desde la década de los sesenta, han sido numerosas e intensas las propuestas de teorías, investigaciones y programas de intervención, con el objetivo de mejorar la capacidad cognitiva. Es un hecho que la capacidad para adquirir y utilizar la información se puede mejorar entrenando las estrategias de procesamiento que se precisan. La psicología cognitiva ha puesto de manifiesto, sin negar por ello la existencia de un componente básico de carácter individual, que la inteligencia es una capacidad fundamentalmente dinámica y flexible, siendo sobre todo una capacidad para pensar y aprender. Esta capacidad opera a través de una serie de habilidades, estrategias, tácticas y técnicas cuya adquisición se puede manipular y mejorar. Sin embargo, frente al notable interés que la investigación y la práctica educativa ha dispensado al entrenamiento de las habilidades intelectuales, también es notable la decepción generada por los programas en relación con el impacto real que ejercen sobre el rendimiento de los estudiantes (Derry y Muphy, 1986).
Como ya sugiriera Sternberg (1983) hace unos años, una parte de la pobreza de los resultados observados se debe a la falta de una teoría coherente y comprensiva sobre el desarrollo de las habilidades que caracterizan el comportamiento inteligente de los estudiantes.
Por otra parte, los programas de intervención, deberían orientarse tanto al desarrollo intelectual como al desarrollo de la motivación de los estudiantes y, además, deberían relacionar la enseñanza que se imparte en la escuela con los comportamientos de los individuos en la vida real.
La preparación de los estudiantes como aprendices autónomos, creativos y con capacidad para resolver problemas requiere un número considerable de estrategias cuyo entrenamiento puede ayudar de manera notoria a atenuar las difi-

cultades para aprender, particularmente, en el caso de los estudiantes menos dotados y con peor rendimiento.

Como apuntaba Maclure (1998), el homo sapiens puede pensar sin que se le haya enseñado formalmente a hacerlo. Pensar es como respirar para él, es una actividad normal de todo ser humano normal y la vida cotidiana depende de la capacidad de pensar.

Depurar y agudizar las facultades del pensamiento ha sido siempre uno de los mayores objetivos de la educación formal, una meta básica de la enseñanza y del aprendizaje en todas sus disciplinas. El objeto de la educación no es otro que adquirir la capacidad para agrupar, manipular y aplicar la información, con el fin de comprender; y, por lo tanto, dominar una disciplina dada. En consecuencia, debe poder ayudar a pensar y hacerlo con un fin determinado.

Asimismo, se supone que al aprender a usar eficazmente el poder del pensamiento a través de las disciplinas de estudio del programa académico y práctico, se benefician otros aspectos de la existencia humana, otras formas de resolver problemas en contextos diferentes.

Pues bien, a continuación se analizarán las teorías más relevantes al respecto, destacando particularmente los trabajos de De Bono (1973), Feuerstein (1954-1991), Gardner (1983-1999) y Sternberg (1985-2000), quienes se apoyan, por una parte, en la visión cognitiva de la inteligencia, cuyo punto central es su *modificabilidad*, dando especial relieve a la instrucción, como vehículo más importante para provocar el cambio en la capacidad intelectual; por otra parte, en la aproximación constructivista del aprendizaje de base piagetiana y vygotskyana; por otra parte, en la visión psicosociológica de la experiencia en el aula, del entorno de aprendizaje, y, finalmente, en el procesamiento adecuado de la información.

No obstante, entre las aportaciones sobre la enseñanza del pensamiento habría que distinguir aquellas que se llevan a cabo como materia independiente (una asignatura más), de las que lo hacen dentro del programa educativo (dentro de cada una de las asignaturas de currículo). Entre las primeras estarían las propuestas de De Bono y Feuerstein y entre las segundas las de Gardner y Sternberg.

I. De Bono (1973) parte de la idea de que se han aceptado incondicionalmente determinadas teorías cuando verdaderamente son muy cuestionables, ya que:

1º. *El pensamiento crítico* sólo sirve cuando queremos discutir con alguien, pero tiene un valor limitado cuando pretendemos desarrollar un pensamiento original y eficaz, despilfarrando la mayor parte de la energía del pensador en defender una posición y no en explorar positivamente sus posibilidades; por tanto, no es constructivo ni creativo.

2º. *El pensamiento analítico* no debe conformarse con descubrir las causas de los problemas y enumerarlas; sino, además, recorrer otros caminos, todos los que sean posibles.

3º. *El pensamiento creativo* tiene que generar nuevos proyectos con nuevas hipótesis, no limitándose a aplicar las viejas.

De Bono es consciente de que dentro de cada asignatura se enseñan implícitamente técnicas de pensamiento, pero son muy limitadas, reducidas exclusivamente a la clasificación de información y a su análisis, así como algunas destrezas para el debate; lo que demuestra que están muy lejos de cubrir la gama de técnicas necesarias tanto para la vida como para su desarrollo (decisiones, prioridades, alternativas, otros puntos de vista, etc.).

En suma, lo que propone en su método CoRT es aplicar el pensamiento *crítico*, *analítico* y *creativo*, junto con el conocimiento, a la solución de problemas; a lo que llama *operatividad: capacidad de hacer.*

II. Feuerstein (1979) destaca como idea principal la posibilidad de que casi todos los jóvenes puedan mejorar su inteligencia e incluso llegar a una reestructuraión general de sus procesos cognitivos y mejorar su potencial de aprendizaje a través de un correcto aprendizaje mediado (Teoría de la Modificabilidad Estructural Cognitiva TMEC). En palabras de Vygotsky (1978:27), *la trasmisión racional e intencional de la experiencia y el pensamiento a los demás, requiere un sistema mediatizador y el prototipo de éste es el lenguaje humano nacido de la necesidad de intercomunicación durante el trabajo... La verdadera comunicación requiere significados... La experiencia individual reside únicamente en su propia conciencia...*

Feuerstein piensa que los sujetos se desarrollan en contacto con dos tipos de experiencias: la *directa* y la *mediada.*

1ª. La directa, en la que el sujeto es modelado por ésta; pero que, al no disponer de pautas culturales de la que extraer elementos formativos fruto del contacto directo, sólo le sirven para subsistir y satisfacer sus necesidades básicas.

2ª. La mediada, en la que alguien guía las experiencias del sujeto, dándoles sentido, finalidad, organización e interpretación; lo que le confiere una visión más enriquecedora y estructurada.

Esta experiencia mediada, para ser enriquecedora, debe tener las siguientes características:

* *Intencionalidad y reciprocidad.* El mediador debe querer transmitir algo que, a su vez, a él le transmitieron. Debiendo tener un significado bien determinado las experiencias, sin dejarlas al azar.

* *Trascendencia.* El mediador debe transformar las necesidades inmediatas en otras más permanentes, a mayor largo plazo, lo que permitirá al alumno regular su conducta, no sólo en el momento actual, sino además en el futuro.

* *Competencia.* El mediador debe organizar la clase de forma que todos los alumnos puedan obtener éxito en la tarea emprendida, deben sentirse capaces de culminar con éxito el reto que se planteen.

* *Significado.* El mediador debe procurar que las situaciones de aprendizaje se presenten de forma interesante enlazando con las propias vivencias de los alumnos, de manera que los implique activa y emocionalmente.

* *Regulación y control del comportamiento.* El mediador debe transmitir al alumno conocimientos de qué está haciendo, porqué y para qué lo hace, y cómo lo ha hecho. De manera que sirva de pauta a imitar y mejorar en el futuro.
* *Participación activa y conducta compartida.* El mediador debe compartir las experiencias de aprendizaje, entablando diálogos y discusiones con los alumnos.
* *Mediación de la búsqueda, planificación y logro de los objetivos.* El mediador debe consensuar la recogida de información y la planificación de las tareas y estrategias, para el logro de los objetivos propuestos.
* *Individualización y diferenciación psicológica.* El mediador debe ser un buen conocedor de las características individuales y diferenciales de los alumnos, para adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje a esas condiciones especiales.
* *Mediación del cambio.* El mediador debe motivar y desarrollar en los alumnos el interés progresivo por la búsqueda de la novedad y la complejidad de sus intervenciones, afrontando los cambios.
* *Mediación de la modificabilidad.* El mediador debe transmitir progresivamente al alumno un sentimiento claro de que puede actuar autónomamente y modificar su forma de ser, obrar y pensar.
* *Mediación del optimismo.* El mediador debe transmitir y provocar optimismo.

La modificabilidad de la que habla Feuerstein no se refiere exclusivamente a la adquisición de algunas habilidades cognitivas básicas, sino especialmente a la estructura del intelecto, lo que dará mayores garantías de estabilidad con el paso del tiempo. Modificación que entiende como nueva forma de tratar la información (Feuerstein, Rand, Hoffman y Miller, 1980). De ello se desprende que el principal objetivo sea cambiar la estructura cognitiva del alumno para que se convierta en un pensador autónomo capaz de elaborar, llevar a cabo y comunicar sus propias ideas, a través de un mediador. La carencia de aprendizaje mediado es la causa más común de un desarrollo cognitivo deficiente y de la escasa modificabilidad de la inteligencia y, por extensión, del comportamiento.

El modelo de Feuerstein queda expresado mediante la fórmula S - H - O - H - R, donde S es el estímulo de la experiencia directa, H es la función mediadora humana que da significado al estímulo, O es el organismo donde se dan los procesos mentales, y R es la repuesta del sujeto después de elaborarla. Por tanto, es un modelo comportamental en el que el condicionador del aprendizaje es la mediación humana.

La diferencia fundamental entre la propuesta de De Bono y la de Feuerstein radica en que mientras que el primero tiene como objetivo darle al alumno un conjunto de herramientas con las cuales aplicar su inteligencia natural de una manera más eficaz, el segundo trata de desarrollar la inteligencia del alumno, por lo que este último resulta más ambicioso.

III. Gardner (1983), insatisfecho por las investigaciones sobre la inteligencia basadas exclusivamente en las puntaciones de los tests y sus correlaciones,

decidió estudiar la información empírica relativa a la cognición humana incluyendo datos biológicos, psicológicos y transculturales. En especial, observó lo que se sabe sobre el desarrollo de la capacidad para utilizar símbolos en niños dotados, normales y poco dotados. De esta manera, pudo formular su teoría de las inteligencias múltiples, proponiendo siete áreas, en principio, y ahora ocho, relativamente autónomas de cognición humana o inteligencias: *lingüística*, *lógico-matemática*, *musical*, *espacial*, *corporal-cinestésica*, *interpersonal* e *intrapersonal*; separando últimamente de la unidad lógico-matemática la inteligencia *naturalista* (1996).

Solamente a través de la combinación de estas inteligencias, podremos explicar una serie relativamente completa de capacidades y estados extremos que figuran en todas las culturas humanas. Más aún, aunque se señalen siete inteligencias, podría ocurrir que se presentara un caso convincente en favor de otras. Esta propuesta no quiere ser exclusiva ni exhaustiva. Más bien, simplemente muestra la evidencia y los argumentos de que disponemos hasta el momento (Kornhaber y Gardner, 1998).

Gardner define la inteligencia como capacidad o conjunto de capacidades que permite al individuo solucionar problemas y elaborar productos que son importantes en uno o más contextos culturales, entendiéndola como potencial, cuya presencia permite el acceso individual a formas de pensamiento adecuadas a tipos de contenido específico.

Recientes aportaciones sobre el desarrollo infantil demuestran que, aunque las personas avanzan a través de etapas en la comprensión y la capacidad de emplear sus aptitudes cognitivas, este progreso no es tan sincrónico como creía Piaget; por el contrario, varía en función de las inteligencias (Damon, 1989; Gardner y Wolf, 1983). Más aún, la existencia de una fuerza particular en una inteligencia no predice una fuerza comparable en otros dominios (Gardner, 1983; Feldman, 1986). Las diferentes culturas ponen el acento en diferentes inteligencias y combinaciones de inteligencias, destacando comúnmente entre ellas el lenguaje y la relación interpersonal.

Así pues, deberíamos tratar ya de superar la hegemonía exclusivamente lingüística y lógico-matemática típica de la educación tradicional, utilizando como palanca de pensamiento y aprendizaje en cada estudiante su/s inteligencia/s más sobresaliente/s; para que, apoyados en ella/s, podamos ir organizando y desarrollando las demás.

Por otra parte, habrá que superar los planteamientos academicistas tradicionales contextualizando el pensamiento y los aprendizajes en su propio ambiente, en la vida real. Una escuela descontextualizada hace que sus materias sean poco interesantes o no tengan valor para la mayoría de sus alumnos y los métodos con que se enseñan esas materias también lo son.

En este sentido, resultan esclarecedoras las palabras de Gardner (1998:207), cuando dice: *Si pensamos que los estudiantes son recipientes vacíos (o, como a menudo se considera en Estados Unidos, «productos») es posible defender la posición de mantener un*

enfoque tradicional, o uniforme, de línea de producción. En las escuelas que utilizan un enfoque uniforme, se enseña a cada niño lo mismo, de la misma forma, al mismo tiempo, se le evalúa con los mismos métodos de aplanadora.

Por el contrario, la escuelas que siguen una filosofía más progresista están haciendo esfuerzos para dar un contexto a los aprendizajes, haciendo que los estudiantes trabajen resolviendo problemas que les intrigan, determinando tácticas mediante las cuales responder a sus dudas y expectativas, así como presentar los resultados de diferentes formas. Se trabajan también las artes y otras manifestaciones del pensamiento humano, utilizando las formas de inteligencia relacionadas con ellas, potenciando los encuentros con los adultos para aprender y modelar sus experiencias con otras técnicas y disciplinas más reales.

La línea maestra a llevar a cabo sería de la siguiente forma: Introducir al alumno mostrándole las diferentes áreas, identificar sus puntos fuertes (en qué inteligencia/s destaca), favorecer desde los puntos fuertes los más débiles, y transferir a la vida real.

Para ello, se podría tomar el siguiente camino:

1º Partir de centros de interés desde el área naturalista, asegurando el enlace de los nuevos conocimientos con los previos (prerrequisitos).

2º Diseñar los centros o estilos de trabajo, partiendo de los puntos fuertes, organizando progresivamente la tarea desde ellos hacia los demás, y utilizando los materiales adecuados.

3º Diseñar y desarrollar los centros de aprendizaje.

4º Diseñar y desarrollar actividades en las diferentes inteligencias, partiendo siempre de la más fuerte.

En cuanto a la estructura general del curriculum cognitivo se puede secuenciar en cuatro fases:

1º Introducir a los alumnos en las distintas áreas de aprendizaje.

2º Identificar los puntos fuertes de los alumnos en las diferentes áreas.

3º Fomentar las áreas fuertes de los alumnos y respetar su diversidad.

4º Construir y transferir los puntos fuertes de los alumnos en otras áreas.

Todo ello favorecerá la transferencia partiendo desde el propio conocimiento de cuáles son los puntos fuertes, buscando su explicación, mediante los estilos propios de aprendizaje y a través del conocimiento de los contenidos.

IV. Sternberg (1985) entiende la inteligencia como capacidad de autogobierno cognitivo que procura la adaptación al medio, inhibiendo la primera respuesta instintiva, redefiniéndola y eligiendo la mejor respuesta. Destacando en ella tres aspectos esenciales: *analítico*, *sintético* o creativo y *práctico*, que están representados en los tres subsistemas que integran su *teoría triárquica*: *componencial*, *experiencial* y *contextual*.

El primer subsistema, *componencial* (*aspecto analítico*), especifica los tres procesos básicos de la inteligencia: *metacomponentes*, que planifican y evalúan las estrategias de solución de problemas; *componentes de ejecución*, que ejecutan las solucio-

nes a los problemas; y, *componentes de adquisición de conocimiento*, que aprenden la información que constituye la experiencia previa. De forma que los metacomponentes controlan y activan los otros tipos de componentes, quienes, a su vez, proporcionan retroalimentación a los metacomponentes. En general, los buenos pensadores analíticos emplean bastante bien estos componentes en la solución de problemas.

El segundo subsistema, *experiencial* (*aspecto sintético o creativo*), resulta de aplicar a la experiencia los componentes anteriores, siendo al principio novedoso y, poco a poco, cada vez más familiar. Los niveles experienciales más relevantes para la inteligencia son el nivel de novedad relativa y el de automatización. El auténtico pensador sintético es aquel que aplica especialmente los componentes a tareas y situaciones relativamente novedosas, por lo que no son buenas las situaciones extremadamente novedosas.

El tercer subsistema, *contextual* (*aspecto práctico*), resulta cuando se aplican los componentes a situaciones o metas de adaptación al ambiente, a la vida real, seleccionando nuevos ambientes o modificando el actual, mejorándolo y compatibilizándolo con sus necesidades, deseos y oportunidades.

Esta teoría triárquica, como sugiere el mismo Sternberg (1993:435), es factible integrarla con la propuesta de las inteligencias múltiples de Gardner (1983), aplicándola a todas sus áreas dentro del currículo escolar. *A este respecto, nuestra colaboración es como la de cualquier matrimonio -el éxito depende, en gran parte, de la habilidad para resolver conflictos, o, por lo menos, pasarlos por alto suficientemente para funcionar en conjunto-*. De ahí, su propuesta conjunta del Programa de Inteligencia Práctica para las Escuelas (Yale-Harvard).

En cuanto a la localización de la inteligencia, Sternberg y Detterman (1992:20-21) hacen la siguiente propuesta:

I. En el individuo.

A) *Nivel biológico.*

1. Interorganismos.

a) Interespecies (evolución).

b) Intraespecies (genética).

c) Interacción inter-intra.

2. Intraorganismos.

a) Estructura.

b) Proceso.

c) Interacción estructura-proceso.

3. Interacción inter-intraorganismos.

B) *Nivel molar.*

1. Cognitivo.

a) Metacognición.

i. Procesos.

ii. Conocimiento.

iii. Interacción procesos-conocimiento.
b) Cognición.
i. Procesos.
(a) Atención selectiva.
(b) Aprendizaje.
(c) Razonamiento.
(d) Solución de problemas.
(e) Toma de decisiones.
ii. Conocimiento.
iii. Interacción procesos-conocimiento.
c) Interacción metacognición-cognición.
2. Motivacional.
a) Nivel (magnitud) de la energía.
b) Dirección (disposición) de la energía.
c) Interacción nivel-dirección.
C) *Nivel conductual.*
1. Académico.
a) Dominio general.
b) Dominio específico.
c) Interacción general-específico.
2. Social.
a) Intrapersonal.
b) Interpersonal.
c) Interacción intra-interpersonal.
3. Práctico.
a) Ocupacional.
b) Cotidiano.
c) Interacción ocupacional-cotidiano.
D) *Interacción biológico-molar-conductual.*
II. En el medio ambiente.
A) *Nivel de cultura/sociedad.*
1. Demandas.
2. Valores.
3. Interacción demandas-valores.
B) *Nivel de posición intra cultura/sociedad.*
1. Demandas.
2. Valores.
3. Interacción demandas-valores.
C) *Interacción nivel x subnivel.*
III. Interacción individuo-medio ambiente.

En suma, Sternberg (2000a) afirma que las claves para una *inteligencia exitosa* (successful intelligence) son las siguientes:

1º No es posible pensar en una sola inteligencia, sino en la multiplicidad dentro de un mismo sistema coherente, con lo que se muestra de acuerdo con Gardner, desde su propuesta triárquica: analítica, sintética o creativa y práctica.
2º La inteligencia se manifiesta a través de las habilidades para aprender e intervenir.
3º La inteligencia es modificable.
4º Es preciso unificar la inteligencia en el aula con la inteligencia en la calle, favoreciendo la creatividad.
5º Es imprescindible culminar las intervenciones con éxito dentro de su contexto.
Beltrán (2000b), en esa línea, propone un modelo de inteligencia basado en los siguientes aspectos o dimensiones:
1º *Disposicional:* Motivación y disposición o disponibilidad de las habilidades para enfrentarse al desafío.
2º *Directiva:* Procesos ejecutivos de planificación, regulación, evaluación y reorganización (feedback).
3º *Estratégica:* Selección, elaboración y organización. Serían algo así como las herramientas, la tecnología mental.
4º *Analítica:* Sobre lo adquirido en la fase anterior.
5º *Experiencial:* Con significado adquirido a través de la propia experiencia.
6º Contextual: Adaptado al ambiente o contexto real donde se desarrolla.
7º Emocional: Habilidades relacionadas que se pueden implicar y desarrollar.
8º Sabiduría: Dando paso a niveles superiores de pensamiento: pragmático, dialéctico y conciliado.
5.2. Evaluación.
La evaluación del "*aprender a pensar y pensar para aprender*", en general, es entendida como una *evaluación de la inteligencia,* según las interpretaciones que de ella tienen los diferentes investigadores actuales, aunque cada vez más alejadas de las líneas psicométricas clásicas.
Lógicamente, cada propuesta teórica, en función de su modelo explicativo, utiliza una forma particular de evaluación y de intervención. De manera que, tan sólo como referencia, ya que directamente no es el objetivo de esta investigación, merece la pena destacar dos líneas principalmente, por una parte, la *evaluación del potencial de aprendizaje* (Feuerstein, 1987) y, por otra, la *evaluación de la inteligencia* (Gardner, 1989; Sternberg, 1991).
I. Feuerstein (1987) propuso el Learning Potential Assessment Device «LPAD» (Evaluación Dinámica del Potencial de Aprendizaje), conjunto de estrategias de análisis de la inteligencia, cuya finalidad consiste en provocar una serie de interacciones entre examinador y examinado para valorar su potencial oculto o su capacidad para beneficiarse del aprendizaje, orientado al análisis de los procesos mediante los cuales los alumnos van razonando sus respuestas. En la interpretación de los resultados se ha de valorar la cualidad de los cam-

bios y la rapidez o destreza de los sujetos para procesar, analizar y generalizar la información.

Este tipo de evaluación, provocando cambios cognitivos durante el proceso de la prueba, tiene como objetivo medir, no el CI o la capacidad actual del sujeto, sino su posibilidad de cambiarlos, destacando el valor de la mediación cultural, entre otros factores del aprendizaje.

II. Gardner, cuya propuesta va unida al del Proyecto Cero de Harvard (1988), comenzó con la puesta en marcha de un programa y técnicas de evaluación de la inteligencia, utilizando contextos más próximos a la vida real, tanto en educación preescolar como en primaria y secundaria.

Kornhaber y Gardner (1998:209) critican los tests normalizados de inteligencia, desde la línea que defienden, basándose en criterios tales como:

1º Frecuentemente preguntan sobre cosas que nada tienen que ver con lo que los alumnos piensan normalmente.

2º Aunque pueden detectar ciertos aspectos de la inteligencia lógico-matemática y lingüística, tienen poco que decir respecto a las técnicas del pensamiento en otras esferas.

3º Presentan una falta generalizada de *validez ecológica*.

4º No revelan el estilo cognitivo de las personas: grado de persistencia, diversión o aburrimiento que pueden tener al realizar una tarea

5º No ofrecen datos sobre la forma en que la gente maneja problemas con los que están familiarizados e interesados.

Esta visión llevó a los investigadores del Proyecto Cero a desarrollar evaluaciones ecológicamente válidas en los niveles educativos no universitarios, de manera que, por ejemplo, en preescolar crearon el Proyecto Spectrum, diseñando actividades y materiales atractivos que permitiesen desarrollar las diversas inteligencias de los alumnos, mientras que los docentes podrían descubrir, de manera no instructiva, la gama de potencialidades, intereses y estilos de trabajo que emplean individualmente. Esta iniciativa contribuyó a demostrar que, desde edades muy tempranas, hay variaciones en las formas y técnicas de pensamiento.

En educación primaria y secundaria, el Proyecto Cero está trabajando el PROPEL, que es un método combinado de programa y evaluación que alienta la producción, la percepción y la reflexión en las áreas de música, artes visuales y escritura imaginativa, a través de un conjunto de actividades motivadoras, como por ejemplo el diálogo.

III. Sternberg (1993) ha propuesto el *Sternberg Triarchic Abilities Test* «STAT», cuyo objetivo es medir de cuatro formas (a través de material verbal, cuantitativo, figurativo y de ensayos) los tres tipos de habilidades intelectuales (analítica, creativa y práctica), según su teoría.

1ª. El tipo de *habilidad intelectual analítica* se enfoca de las siguientes formas:

a) En el apartado *analítico verbal* se requiere deducir el significado de palabras dentro de un contexto, que es como lo aprendemos las personas; porque, de esta forma, se evita el problema del tests que se supone que mide razonamiento verbal y acaba midiendo conocimiento verbal.
b) En el apartado *analítico cuantitativo* hay que hallar cuál es el siguiente número de una serie, centrándose en el análisis de patrones y no en el cálculo operacional, y tampoco requiere apenas conocimientos matemáticos sofisticados, poniendo el énfasis en el razonamiento.
c) En el apartado *analítico de figuras* se tratan problemas abstractos de matrices, de manera que la persona que hace el test puede ver que a una matriz le falta un elemento y debe encontrarlo.
d) En el apartado *analítico de ensayos* se proporciona la oportunidad de llegar más allá de las opciones múltiples que ofrecen otras pruebas, dando la oportunidad de expresarse libremente y mostrar los procesos de pensamiento de cada uno de forma más activa y elaborada.
2ª. El tipo de *habilidad intelectual creativa* se enfoca de las siguientes formas:
a) En el apartado *creativo verbal* se solicita resolver analogías verbales, pero como si un presupuesto verbal fuera verdadero. La idea es que se realice la tarea a través de un razonamiento novedoso e hipotético, pensando de una manera que, probablemente, antes no se había hecho.
b) En el apartado *creativo cuantitativo* se requiere solucionar problemas de operaciones numéricas.
c) En el apartado *creativo de figuras* se pide solucionar problemas completando una serie que es diferente a la que se aprendió en la regla, transfiriéndolas a un nuevo dominio.
d) En el apartado *creativo de ensayo* se solicita que se invente algo, sin interesar la redacción, la organización ni lo práctica que pueda ser la propuesta, tan sólo se mide la creatividad.
3ª. El tipo de *habilidad intelectual práctica* se enfoca de las siguientes formas:
a) En el apartado *práctico verbal* se presentan situaciones cotidianas de personas con la edad de aquellas a las que se le aplica el test, como por ejemplo: ¿cómo conseguir dinero para sobrevivir?.
b) En el apartado *práctico cuantitativo* se proponen problemas matemáticos de la vida cotidiana.
c) En el apartado *práctico de figuras* se utilizan mapas para hacer rutas de viajes.
d) En el apartado *práctico de ensayo* se pide solucionar problemas prácticos de sus propias vidas.
Por otra parte, Sternberg y Wagner (1991) diseñaron el *MSG Thinking Styles Inventory*, para evaluar los estilos intelectuales o tipos de autogobierno mental, distinguiendo entre *funciones* (legislativa, ejecutiva y judicial), *formas* (monárquica, jerárquica, oligárquica y anárquica), *niveles* (global y local), *orientaciones* (progresista y conservador) y *ámbitos* (introvertido y extrovertido).

IV. Gardner y Sternberg (1993) han diseñado en común el *Practical Intelligence for Schools* «PIFS», programa para el desarrollo de la inteligencia práctica en las escuelas, que a la vez sirve de evaluación, cuya intención es utilizar el contenido de las materias escolares como trampolín para adquirir habilidades de aprendizaje, a través de la reflexión y el control de las propias técnicas de pensamiento, fruto de sus teorías sobre la inteligencia: Teoría de las Inteligencia Múltiples y Teoría Triárquica de la Inteligencia.

5.3. Programas de intervención.

La apreciación gradual de que la inteligencia es modificable y transaccional, de que la conciencia y la cultura son factores importantes en el desarrollo y el entendimiento humano, de que tanto los ambientes formales como los informales pueden ser instructivos y formativos, y de que la motivación humana y el empeño personal mantienen una poderosa influencia sobre cualquier actividad del hombre, ha generado la inquietud de ofrecer programas de intervención con la intención de enseñar a los estudiantes a *aprender a pensar y pensar para aprender*.

Siguiendo a De Bono (1998:40), para seleccionar un método para *enseñar a pensar* habría que tener en cuenta los siguientes aspectos:

1º. Debe ser simple, práctico y deben poder utilizarlo gran cantidad de docentes.

2º. Debe ser lo suficientemente sólido como para que pase de instructor a instructor y de docente a alumno y siga intacto.

3º. Debe utilizar un diseño en el que cualquier parte sea utilizable y útil en sí misma, aún cuando se olviden o no se atiendan las demás.

4º. Debe estar específicamente referido a situaciones de la vida real.

5º. Debe ir más allá del pensamiento reactivo y la selección de la información para llegar a las técnicas operativas necesarias en la vida real, lo que incluye el énfasis en el pensamiento perceptivo (cómo vemos el mundo que nos rodea).

6º. Debe poder ser utilizado con alumnos de diferentes edades y capacidades, por docentes con distintas aptitudes y diferentes culturas, religiones y experiencias.

7º. Deben hacer disfrutar a los alumnos con la enseñanza del pensamiento.

En general, estas ideas han servido para diseñar y llevar a la práctica diversos programas de intervención, tales como: *Cooperative Learning* de Slavin (1980), *Philoshophy for Children* de Lipman (1985), *CoRT Thinking Material* de De Bono (1985), *Instrumental Enrichment Program* de Feuerstein (1985), *Estrategias de Pensamiento de Orden Superior «HOTS»* de Pogrow (1985), *Cognitive Curriculum for Young Children «Brigth Start»* de Haywood, Brooks y Burns (1986), *Productive Thinking Program* de Covington (1987), *Programa de Intervención Cognitiva* «*PAR*» de Díez y Román (1988), *Intelligence Proyect de la Universidad de Harvard* de Hernstein et Al., (1989), *Intelligence Training Program* de Stenberg (1990), *Practical Intelligence for*

Schools «PIFS» de Sternberg y Gardner (1993), *Proyecto de Activación de la Inteligencia* de Baqués (1995).

De entre todos estos programas de intervención, siendo congruentes con la línea apuntada en el anterior apartado, aquí analizaremos las propuestas de Feuerstein (1987) y la conjunta de Gardner y Sternberg (1993).

I. Feuerstein (1985), con su *Instrumental Enrichment Program* «PEI», pretende desarrollar la capacidad humana modificándola a través de la exposición directa a los estímulos y a la experiencia proporcionada por el contacto directo con la vida, a través del aprendizaje formal e informal.

Este programa está especialmente indicado para aquellas personas cuyo rendimiento intelectual es bajo o sufren deprivación cultural, siendo sus principales objetivos los siguientes:

1º. Adquirir conceptos básicos, vocabulario y operaciones a través de la experiencia, restituyendo y enriqueciendo las funciones y componentes deficitarios de la inteligencia.

2º. Trabajar y desarrollar los componentes y funciones intelectuales que no forman parte del repertorio cognitivo del sujeto.

3º. Potenciar la motivación intrínseca, creando la necesidad de usar estos componentes o funciones de la inteligencia adecuadamente en todas las manifestaciones de la vida.

4º. Propiciar y facilitar el pensamiento reflexivo.

5º. Favorecer la autopercepción.

El programa se presenta en unidades estructurales adaptadas a cada función cognitiva particular, a sus necesidades y deficiencias. Tales son:

1ª. Organización de puntos.
2ª. Orientación espacial I.
3ª. Comparaciones.
4ª. Clasificaciones.
5ª. Percepción analítica.
6ª. Orientación espacial II.
7ª. Ilustraciones.
8ª. Progresiones numéricas.
9ª. Relaciones familiares.
10ª. Instrucciones.
11ª. Relaciones temporales.
12ª. Relaciones transitivas.
13ª. Silogismos.
14ª. Diseño de patrones.
15ª. Orientación espacial III.

En cuanto a la metodología del programa, decir que para la aplicación correcta de cada una de las unidades es preciso llevar a cabo los pasos siguientes:

1º. Preparación de la unidad, reflexionando sobre los objetivos, estrategias, naturaleza del trabajo que se va a realizar, etc.; siguiendo un modelo totalmente presentado.
2º. Introducción, situando a los niños en la tarea: normas a seguir, implicaciones, etc. (alrededor de diez minutos).
3º. Realización de la tarea, valorando el ejercicio como un reto personal. El aplicador debe hacer de mediador, facilitador y animador; interactuando con todos, observando las realizaciones de cada uno, etc. (sobre veinte minutos).
4º. Discusión en grupo, revisando los procesos, las dudas, los errores, comentando las soluciones, etc. (sobre veinte minutos).
5º. Resumen, informando el mediador acerca de lo que se ha conseguido respecto de los objetivos propuestos, las estrategias que se van usado, transferencia hacia otras situaciones, etc.
En el ámbito escolar, el papel del maestro como mediador debe guiar la actividad de los alumnos atendiendo específicamente los procesos mentales irreversibles más que los productos, impulsando la curiosidad mental y el deseo de eficacia, guiando con preguntas inteligentes la introspección sobre la tarea a realizar, creando un clima de confianza y de búsqueda de soluciones, fomentando el deseo de precisión y el dominio de la impulsividad, orientando la aplicación de las estrategias empleadas a otras de la vida real, etc.
En suma, este programa resulta un método de trabajo eficaz, sistemático y útil para modificar comportamientos no deseables, especialmente en grupos marginales, para el diagnóstico de déficits y para su modificación; aunque, existen algunas dificultades para su aplicación, tales como: la alta capacitación que exige al mediador, el tiempo que se necesita, la formación de grupos pequeños heterogéneos, etc.
II. Gardner y Sternberg (1993) han diseñado en común el *Practical Intelligence for Schools* «PIFS», programa para el desarrollo de la inteligencia práctica en las escuelas, cuya intención es utilizar el contenido de las materias escolares como trampolín para adquirir habilidades de aprendizaje, a través de la reflexión y el control de las propias técnicas de pensamiento, mientras trabajan en una materia curricular específica, armonizando y conjugando así sus respectivas posturas «Teoría de las Inteligencias Múltiples y Teoría Triárquica de la Inteligencia».
La idea de ambos autores es que la inteligencia es un conjunto de habilidades (más que capacidades) relacionadas entre sí, que cambian o evolucionan con la edad; de manera que, la inteligencia exitosa o la fórmula para el éxito en la vida consta de cuatro elementos:
1º) Conocer las propias fuerzas o habilidades.
2º) Capitalizar las propias fuerzas.
3º) Conocer las debilidades propias.
4º) Compensar fuerzas y debilidades.

El patrón instruccional de este programa va en la línea de enseñar no sólo contenido práctico, sino cómo pensar en ese contenido, equilibrando así contenido con procesos de pensamiento. Su base se puede localizar en la teoría instruccional de Sternberg y Davidson (1989), sintetizada de la siguiente forma (Sternberg, 1993:436) (Cuadro 9.1.):

Cuadro 9.1.

1. Orientación.
1.1. Ejemplo/s concreto/s para discusión.
1.2. Identificación de procesos y contenidos.
1.3. Nombramiento de procesos y contenidos.
1.4. Ejemplos generados por los alumnos.
2. Solución de problemas en grupo.
3. Solución de problemas entre grupos.
4. Solución de problemas por individuos.

Teoría de la instrucción por cuatro facetas
de Sternberg y Davidson (1989)

El programa utiliza cuatro mecanismos para fomentar la transferencia del contenido y de los procesos del programa, tales son (Cuadro 9.2.):
Cuadro 9.2.

1. Especificidad de codificación.
2. Compatibilidad de organización de la materia con el uso.
3. Discriminación entre contenidos y procesos similares según su uso.
4. Disposición para usar los conceptos del curso en su vida cotidiana.

Mecanismos de transferencia (Sternberg, 1993)

El programa ha pasado por dos etapas, la primera, en la que había dos subprogramas, el de Yale (Sternberg), sin integración en el currículo escolar, y el de Harvard (Gardner), integrado en el curriculum, aunque ambos involucraban las asignaturas de lengua y literatura, matemáticas, ciencias de la naturaleza y ciencias sociales. En la segunda etapa, tan sólo existe un programa, quedando ambos perfectamente integrados.

El programa, está organizado en términos del manejo de tres elementos: *sí mismo* (conocernos), *las tareas* (conocer y organizar nuestras tareas) y *los otros* (conocer y relacionarnos con los demás); considerando cada una de las inteligencias múltiples (Gardner) en cada una de las formas de manejo. El programa se inicia con la unidad relativa al *gobierno de sí mismo*, tratando como primer tema los tipos de inteligencia triárquica y múltiples integrados, seguida de los temas de la comprensión de las calificaciones de las pruebas, los tipos de estilos de pensamiento, el aprendizaje de la nueva información, la demostración de lo que se ha aprendido, el conocimiento del propio estilo de aprendizaje, el reconocimiento de todos y partes, la memoria, el uso de la información ya aprendi-

da, la creación de imágenes en la mente, el uso de la vista, la traducción de los pensamientos a la acción, la aceptación de responsabilidades y la colección de pensamientos.

En suma, lo que pretende esta unidad es: tomar conciencia de las capacidades de que se dispone y de lo que las motiva, en qué contextos, qué nos ayuda a aprender, estrategias de memorización y otras que van a facilitar el proceso, y responsabilidad (Cuadro 9.3.).

Cuadro 9.3.

1. Estilos de inteligencia.
2. Comprensión de las calificaciones de la prueba.
3. Estilos de pensamiento.
4. La absorción de la nueva información.
5. La demostración de lo que se ha aprendido.
6. El conocimiento del propio estilo de aprendizaje.
7. El reconocimiento de todos y partes.
8. La memoria.
9. El uso de la información ya aprendida.
10. La creación de imágenes en la mente.
11. El uso de la vista.
12. La traducción de los pensamientos a la acción.
13. La aceptación de responsabilidades.
14. La colección de pensamientos.

Contenidos del *gobierno de sí mismo*
(Sternberg, 1993)

En la unidad relativa al *gobierno de las tareas,* los temas tratados son: la organización, el reconocimiento de problemas, las estrategias para la solución de problemas, la planificación para evitar problemas, la ruptura de malos hábitos, la búsqueda de ayuda para la solución de problemas, el manejo del tiempo, la comprensión de preguntas, el seguimiento de directrices y la realización de las pruebas.

En suma, lo que pretende esta unidad es: saber qué pide el profesor, cuál es la información más relevante, qué se debe hacer, cómo se debe planificar la intervención, qué estrategias poner en juego, distribución del tiempo, cuándo se fracasa y cómo superarlo (Cuadro 9.4.).

Cuadro 9.4.

1. La organización.
2. El reconocimiento de problemas.
3. Las estrategias para la solución de problemas.
4. La planificación para evitar problemas.
5. La ruptura de malos hábitos.
6. La búsqueda de ayuda para la solución de problemas.
7. El manejo del tiempo.
8. La comprensión de preguntas.
9. El seguimiento de directrices.
10. La realización de las pruebas.

Contenidos para el *gobierno de las tareas* (Sternberg, 1993)

En la unidad relativa al *gobierno de la cooperación con los otros*, los temas tratados son los siguientes: discusiones en clase, saber qué decir, el ajuste de la conversación a la audiencia, el entendimiento de otros puntos de vista, la solución de problemas de comunicación, la selección entre alternativas y la percepción de relaciones entre la actualidad y el futuro. En suma, lo que pretende esta unidad es: la relación con los demás como apoyo al trabajo individual, utilizar al profesor como fuente de recursos, utilizar las reglas explícitas e implícitas de relación con los demás y desarrollar las habilidades sociales de relación y comunicación (Cuadro 9.5.).

Cuadro 9.5.

1. Discusiones en clase.
2. Saber qué decir.
3. El ajuste de la conversación a la audiencia.
4. El entendimiento de otros puntos de vista.
5. La solución de problemas de comunicación
6. La selección entre alternativas
7. La percepción de relaciones entre la actualidad y el futuro.

Contenidos para el *gobierno de la cooperación con los otros*
(Sternberg, 1993)

La instrucción del programa debe impartirse durante un año, aunque también puede hacerse en un semestre, aplicándose tres veces por semana, con una duración de cuarenta y cinco minutos por sesión, aproximadamente, siendo especialmente apropiado para niños de once a catorce años. El programa cuenta con dos guías, una para maestros y otra para alumnos.

Para cada tema o núcleo de intervención, el profesor debe asegurarse de que se especifique con claridad los siguientes elementos: título, sesiones, objetivos, contenido y aptitudes previas (prerrequisitos).

Cada sesión se debe llevar a cabo de la siguiente forma: enlazando con la sesión anterior, realizando actividades y analizando respuestas. Por ejemplo, sobre el tema a tratar (ej.: la responsabilidad): *leer un texto* (sobre la responsabi-

lidad de una serie de personas), *describir y comentar en una situación dada* (la responsabilidad de todos los que toman parte en un partido de fútbol, en un barco, etc.), *evaluación* y *orientación para el desarrollo* (sugerencias).

6. Estrategias de pensamiento

En la investigación especializada en estrategias pueden recogerse multitud de definiciones al respecto; no obstante, el nivel de generalización concedido al concepto de estrategia varía según el tipo de definición formulada. Por ello, se recogen aquí dos grupos claramente diferenciados y delimitados de definiciones: *cognitivas* y *metacognitivas*.

a) Cognitivas

Las estrategias cognitivas son entendidas como *operaciones y procedimientos para adquirir, retener y recuperar diferentes tipos de conocimientos y ejecución..., suponen del estudiante capacidades de representación (lectura, imágenes, habla, escritura y dibujo), capacidades de selección (atención e intención) y capacidades de autodirección (autoprogramación y autocontrol)* (Rigney, 1978:165).

O'Neil y Spielberger (1979), a diferencia de Rigney, prefieren utilizar el término estrategias de aprendizaje, pues en él incluyen las estrategias de tipo afectivo y motor, así como las estrategias propiamente cognitivas. Sin embargo, ello no impide que puedan establecerse algunas distinciones; por ejemplo, respecto a un tema muy próximo conceptualmente, tal como el de los estilos cognitivos. Perkins (1985), comentando el problema de la generalidad o especificidad de las habilidades cognitivas, señala una posible distinción entre estilos cognitivos y estrategias; los primeros están más íntimamente unidos a la conducta general de la persona, a su modo de pensar, de percibir, etc. (dependencia/independencia de campo; reflexividad/impulsividad, etc.), mientras las segundas son conductas más específicas aplicadas en un momento determinado de un proceso (como, repasar un texto que se acaba de leer).

Considerando el aprendizaje como un proceso de comunicación, las estrategias de aprendizaje son *un protocolo fundamental o marco organizativo de las comunicaciones, utilizado por los estudiantes para mejorar la recepción y facilitar el procesamiento de la información que sobre el tema les va llegando* (Gulick, 1979:249). Otros autores no sólo conectan el concepto de estrategia con el de aprendizaje, sino también con el de inteligencia; así, Baron (1986) comenta la idea de que las estrategias pueden ser un componente crucial de la conducta inteligente, pues ésta consiste, en gran parte, en una tendencia a utilizar determinadas estrategias de aprendizaje, comprensión o solución de problemas. Sin embargo, tal como hemos podido observar en las definiciones recogidas, el substrato básico radica en el aprendizaje y en el procesamiento de la información.

En este sentido Dansereau (1985:120) afirma que *una estrategia efectiva de aprendizaje puede ser definida como un conjunto de procesos o pasos que pueden facilitar la adquisición, almacenamiento y/o utilización de la información*. Las estrategias pueden operar

directamente sobre la información (primarias) o indirectamente (secundarias o de apoyo), mejorando el propio clima cognitivo-afectivo del sujeto. Asimismo, Weinstein y Mayer (1986) o Weinstein (1988) definen las estrategias como conductas o pensamientos activados por el alumno para facilitar el proceso de codificación de la información, de modo que se pueda mejorar la integración y recuperación del conocimiento.

Derry y Murphy (1986) entienden por estrategia el modo de abordar una determinada tarea de aprendizaje, desde la determinación del plan de actuación para resolver con éxito la tarea, hasta la aplicación de procedimientos específicos para adquirir el conocimiento o superar cada una de las fases o etapas de la tarea, incluyendo la propia conciencia del que aprende acerca de lo que hace y el control que de ello se deriva sobre la actividad del aprendizaje. En otro términos, las estrategias de aprendizaje son los procedimientos o procesos de pensamiento que utilizamos las personas en situación de aprendizaje con objeto de adquirir nuevos conocimientos.

Derry y Murphy formularon en 1986 un planteamiento de diseño de sistemas de instrucción para mejorar la habilidad de aprender, utilizando como guía la teoría de Gagné, la de Sternberg y la teoría metacognitiva. El análisis de estas teorías les llevó a la conclusión de que la mejora de la habilidad para aprender necesita el desarrollo no sólo de habilidades de aprendizaje específicas, sino también de un mecanismo de control ejecutivo que acceda a las habilidades de aprendizaje y las combine cuando sean necesarias; planteando diversas posibilidades en cuanto al diseño curricular para estas estrategias: independiente (*detached*) (Weinstein, McCombs, Dansereau), incluido en el curriculum normal (*embedded*) (Jones), o una solución de compromiso entre ambas (*incidental learning model*) (Derry). Aunque, advierten que cualesquiera de las posibilidades debe considerar que esas habilidades, sobre todo las de control ejecutivo, son difíciles de entrenar, desarrollándose y automatizándose lentamente. Por ello, sus investigaciones representan una integración de las diversas taxonomías existentes, incorporando estrategias de: memoria, lectura y estudio, solución de problemas y afectivas.

McCormick et al. (1989) abordan la cuestión de las estrategias cognitivas en el marco del aprendizaje en una línea actual de transición de los contextos de laboratorio a las situaciones académicas de la vida real. En este ámbito han tenido lugar dos avances importantes:

1º. El desarrollo de modelos complejos de pensamiento calificable como competente; lo cual ha permitido identificar con mayor precisión las estrategias más importantes.

2º. La elaboración de diseños de instrucción que promueven una actuación competente, evaluando el valor y efectividad de la instrucción en contextos naturales.

En relación al primer apartado los autores señalan tres modelos representativos del enfoque de procesamiento de la información: el modelo de resolución de problemas de Baron, el modelo de componentes de Sternberg y el del buen utilizador de estrategias de Pressley et al. Y, en relación al segundo apartado, destacan: el modelo de Pressley, que manifiesta la necesidad de enseñar todos los componentes del uso correcto de estrategias (estrategias, metacognición, motivación y conocimiento), el modelo de la universidad de Kansas, focalizado en la educación especial, pero con aplicaciones más generales (estrategias de memoria y comprensión, incluyendo el parafrasear, formularse preguntas, mnemotécnicos, imaginación visual, control de errores, etc.), y el modelo de entrenamiento en habilidades de solución de problemas aritméticos de Derry et al., que incluye una enseñanza de la planificación en la resolución de problemas, de la autocomprobación y del autocontrol. En opinión de los autores, la instrucción en estrategias se está convirtiendo en un aspecto central de la educación y de la enseñanza profesional.

En base a lo expuesto, se puede afirmar que las definiciones recogidas subrayan el papel de las estrategias como factores facilitadores, tanto del procesamiento profundo de la información como del aprendizaje consecuente. Del análisis del concepto estrategia se desprende la idea de que todas esas actividades o procesos no actúan al mismo nivel cognitivo y que el grado de generalidad tampoco es el mismo en todas y cada una de ellas. Es decir, que implícitamente estamos admitiendo una cierta jerarquía de tales estrategias y la posibilidad de clasificarlas.

b) Metacognitivas

En este caso, las estrategias no son simples conglomerados de habilidades, reglas o hábitos, sino que se trata de habilidades de alto orden que *controlan y regulan las habilidades más específicamente referidas a las tareas o más prácticas* (Nisbet y Shucksmith, 1987:21).

Resnick y Beck (1976) distinguen entre actividades de tipo amplio, utilizadas para razonar y pensar (estrategias generales), y habilidades específicas, dedicadas a realizar una tarea (estrategias mediacionales). En un sentido más preciso, Sternberg (1983) diferencia entre habilidades ejecutivas (útiles para planificar, controlar y revisar las estrategias empleadas en la ejecución de una tarea, como identificar un problema) y habilidades no ejecutivas (utilizadas en la realización concreta de una tarea, como comparar). Kirby (1984) distingue también entre microestrategias, más específicas de cada tarea, que pueden ser enseñadas con relativa facilidad, y macroestrategias, más relacionadas con diferencias estilísticas, influenciadas por factores emocionales y motivacionales y difícilmente modificables mediante la enseñanza.

Por otra parte, Snowman (1986), recogiendo los términos militares de estrategia y táctica, señala que una estrategia de aprendizaje es un plan general formulado para abordar con éxito los objetivos de una tarea y una táctica de

aprendizaje es una técnica específica al servicio de la estrategia para afrontar la tarea de modo fáctico. Ciertamente, las dicotomías pueden formularse, pero operan más en el nivel teórico que en el práctico, de hecho gran parte de las investigaciones se centran en estrategias puntuales y existe un importante grupo de autores que, implícita o explícitamente, integra ambos polos del continuum en una única definición de estrategias (Weinstein y Mayer, 1986; Weinstein, 1988; Dansereau, 1978; Rigney, Munro y Crook, 1979, etc.).

Para González y Turón (1992:388), las estrategias de aprendizaje son *procesos, planes de acción, generales o específicos, que sirven de base para facilitar el aprendizaje y conocimiento cuando realizamos distintas tareas intelectuales*. Denominadas por Paris et al. (1990) *habilidades bajo consideración* (skills); es decir, capacidades, destrezas o acciones que el sujeto, como un estratega, selecciona y utiliza consciente y deliberadamente para alcanzar unas metas particulares.

En suma, las estrategias de pensamiento son aquellas que operan directamente sobre la información: recogiendo, analizando, comprendiendo, procesando y guardando información en la memoria, para, posteriormente, poder recuperarla y utilizarla dónde, cuándo y cómo convenga. En general, éstas son las siguientes:

1. *Cognitivas* (microestrategias): Facilitadoras del conocimiento.

1.1. *Atención*: Exploración, fragmentación, selección y contradistractoras.

1.2. *Comprensión* (técnicas o habilidades de trabajo intelectual): Captación de ideas, subrayado, traducción a lenguaje propio y resumen, gráficos, redes, esquemas y mapas conceptuales. A través del manejo del lenguaje oral y escrito (velocidad, exactitud, comprensión).

1.3. *Elaboración*: Preguntas, metáforas, analogías, organizadores, apuntes y mnemotecnias.

1.4. *Memorización/Recuperación* (técnicas o habilidades de estudio): Codificación y generación de respuestas. Como ejemplo clásico y básico, el método 3R: Leer, recitar y revisar (read, recite, review). U otros tantos, como el de Herrera y Ramírez (1991), L-L/S-T/R-R-R : Tras haber entendido los enunciados o títulos de cada bloque de contenido o núcleo conceptual de información, centrarse exclusivamente en el primer apartado leyéndolo comprensivamente, volver a leer subrayando, traducir a palabras propias resumiendo, recitar y repasar/revisar; y, así, sucesivamente con cada bloque de contenidos.

2. *Metacognitivas* (macroestrategias): Facilitadoras del conocimiento, de la cantidad y calidad de conocimiento que se tiene (productos), su control, su dirección y su aplicación a la resolución de problemas, tareas, etc. (procesos).

2.1. *Conocimiento del conocimiento*: de la persona, de la tarea y de la estrategia.

2.2. *Control de los procesos cognitivos*:

2.2.1. *Planificación*: Diseño de los pasos a dar.

2.2.2. *Autorregulación*: Seguir cada paso planificado.

2.2.3. *Evaluación*: Valorar cada paso individualmente y en conjunto.

2.2.4. *Reorganización (feedback)*: Modificar pasos erróneos hasta lograr los objetivos.

2.2.5. *Anticipación (forward)*: Avanzar o adelantarse a nuevos aprendizajes.

Como se ha podido observar, *las estrategias cognitivas* tienen por finalidad el desarrollo de las *habilidades cognitivas*, representan lo que Monereo (1991) denomina *microestrategias*. En palabras de Beltrán (1995), éstas son una especie de reglas o procedimientos intencionales que permiten al sujeto la toma de decisiones oportunas de cara a conformar las acciones que caracterizan el sistema cognitivo. Las tareas cognitivas más elementales suponen la adquisición, procesamiento, comprensión, estructuración y grabado en memoria de la información, para su utilización posterior.

Las habilidades aluden directamente a las distintas capacidades intelectuales que resultan de la disposición o capacidad que demuestran los individuos de hacer algo. Las habilidades son, como indican Hartman y Sternberg (1993), los obreros *(workers)* del conocimiento. Pueden ser numerosas, variadas y de gran utilidad a la hora de trabajar en las distintas áreas de contenidos y cuya actividad específica se ve afectada por multitud de factores que dependen de la materia, de la tarea, de las actitudes y de las variables del contexto donde tienen lugar. Precisamente, la actuación estratégica se refiere a la selección, organización y disposición de las habilidades que caracterizan el sistema cognitivo del individuo.

Por ejemplo, Weinstein y Mayer (1986) las estructuran en tres apartados: 1º) *Estrategias de repetición*, ensayo o recitación, cuyo objetivo es influir en la atención y en el proceso de codificación en la memoria de trabajo (a corto plazo), facilitando un nivel de comprensión superficial. 2º) *Estrategias de elaboración*, que pretenden una comprensión más profunda de los contenidos de los aprendizajes, posibilitando la conexión entre la nueva información y la previa, ayudando a su almacenamiento en la memoria a largo plazo, para conseguir aprendizajes significativos. 3º) *Estrategias de organización*, que permiten seleccionar la información adecuada y la construcción de conexiones entre los elementos de la información que va a ser aprendida, lo que fomenta el análisis, la síntesis, la inferencia y la anticipación ante las nuevas informaciones por adquirir.

Las *estrategias metacognitivas* hacen referencia, por una parte, a la consciencia y conocimiento del estudiante de sus propios procesos cognitivos, *conocimiento del conocimiento*, y, por otra, a la *capacidad de control* de estos procesos, organizándolos, dirigiéndolos y modificándolos, para lograr las metas del aprendizaje (Flavell, 1976, 1977; Flavell y Wellman, 1977). Son, para Monereo (1991), *macroestrategias*, ya que no son estrategias específicas, sino generales, de dirección mental, por lo que su grado de transferencia es mayor; de ahí su dificultad de aprendizaje y enseñanza. Lo que Flavell, Leonard y Kreutzer (1975) denominan *metamemoria*.

En general, supondrían aprender a reflexionar, estando integradas por variables de la *persona*, la *tarea* y las *estrategias*.

Las variables de la persona estarían formadas por nuestros conocimientos y creencias acerca de cómo somos y cómo son los demás, como procesadores cognitivos, estando directamente relacionadas con los componentes cognitivos de la motivación (percepción de autoeficacia, creencias de control, expectativas de rendimiento, etc.). Markman (1973, 1975), por ejemplo, observó que los niños pequeños no son capaces de predecir su comportamiento en la mayoría de las tareas cognitivas y que tienen dificultades para identificar contradicciones e incoherencias presentes en una historia. Asimismo, Pramling (1983) confirmó que los niños del segundo ciclo de Educación Infantil relacionaban el aprendizaje con hacer cosas o crecer, pero nunca con algo que tuviera relación con el conocimiento o que el aprendizaje proviniera de la experiencia.

Las variables de la tarea incluyen la consciencia acerca de sus demandas: magnitud, grado de dificultad, estructura, si es conocida o no, esfuerzo que requiere, etc.; adquiriéndose también de forma progresiva la comprensión de su influencia. Hay estudios experimentales que confirman el grado de dificultad que entraña reconocer ciertos aspectos asociados a las demandas de las tareas, de manera que los aspectos que implican mayor dificultad o complejidad se aprenden después que los más fáciles o simples (Moynahan, 1973; Kreutzer, 1975).

En este mismo sentido, Miller (1985) analizó los factores que, según los niños, influyen en la atención que prestan a las tareas escolares cuando las hacen en casa y en la escuela, llegando a la conclusión de que, para los de 5 a 8 años, los factores más importantes eran estar callados (no hacer ruido) y centrados en lo que explica el maestro (interés por la tarea), no moverse de su sitio y observar lo que hace el profesor (aspectos extrínsecos a la tarea de aprender). Sin embargo, los niños mayores, atribuyen la falta de atención a factores que suelen tener un carácter más psicológico, como la falta de motivación, la dificultad de la tarea o el hecho de desviar el interés hacia otras cosas ajenas a la escuela (aspectos intrínsecos de la tarea de aprender).

Mazzoni y Cornoldi (1993) demostraron que el conocimiento previo sobre la facilidad o dificultad percibida o estimada de una tarea, afecta a la distribución del tiempo de estudio, de manera que a las tareas fáciles se les dedica menos tiempo que a las tareas difíciles. De igual forma, Dufresne y Kobassigawa (1989), en otro estudio experimental, manipularon el grado de relación entre los componentes de una lista de pares asociados, observando que el tiempo de recuerdo de los ítemes menos relacionados entre sí, los más difíciles, superaba el tiempo dedicado al recuerdo de los pares más relacionados.

Todas estas apreciaciones ponen de manifiesto que el grado de percepción de las variables concernientes a las tareas afectan al modo de realización de las

mismas, de forma que, a medida que el sujeto va teniendo una mayor conciencia de las variables de la tarea, se incrementa su eficacia de realización.

Las variables de las estrategias van referidas al conocimiento estratégico cognitivo, metacognitivo y de los medios que pueden propiciar y facilitar el éxito, tales como: repetir elementos de una lista, ordenarlos por categorías, comprender un determinado contenido, relacionarlos son otros, recordar una determinada cuestión, resolver tal o cual problema, etc. Estas estrategias se adquieren con el dominio de las habilidades específicas implicadas en los distintos campos del conocimiento, colaborando a la mejor organización del aprendizaje y a la obtención de resultados eficaces.

El conocimiento de las variables de estrategia se refiere al conocimiento procedimental, extraído de la experiencia, resultante de la ejecución de tareas anteriores. A partir del conocimiento de las características y requisitos de las tareas, las características personales y las estrategias que hay que emplear, es cuando se puede empezar a planificar, regular, evaluar y reorganizar el proceso cognitivo coherentemente. Así, pues, la metacognición supone el conocimiento y control de los propios estados y procesos cognitivos (Brown, Bransford, Ferrara, Capione, 1983).

Las actividades de planificación están integradas por el establecimiento de metas de aprendizaje, subdivisión de la tarea en pasos, generación de interrogantes ante el nuevo material, identificación y análisis del problema, planteamiento de hipótesis de trabajo, determinación de la dosificación del tiempo y el esfuerzo necesarios, etc.

Las actividades de dirección (monitoring) y autorregulación incluyen la autodirección y autocontrol cognitivo durante todo el proceso de realización de una actividad cognitiva, siendo capaz de seguir el plan trazado.

Y, las estrategias de evaluación permiten comprobar la eficacia del proceso cognitivo, mientras que las de reorganización facilitan su modificación en su defecto.

El desarrollo de las actividades de control cognitivo, de autoconciencia acerca de cómo se conoce y de automanejo de la propia actividad cognitiva, permite a los alumnos asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje, que, para Nisbet y Shuckmith (1986), es la clase del *aprender a aprender*. Precisamente, estos autores, describen la metacognición como el *séptimo sentido* que lleva a aprender a aprender; es decir, la capacidad de reconocer y controlar la situación de aprendizaje. Lo que no debe confundirse con el aprendizaje de habilidades específicas para el estudio es ser capaz de organizar, dirigir y controlar los procesos mentales y ajustarlos a las exigencias o contexto de la tarea. En este sentido, Nickerson et al. (1987) indican que la actuación de los *expertos,* respecto a los *novatos,* es de mayor énfasis en la planificación y la aplicación de estrategias, una mejor distribución del tiempo y los recursos, y un control y una evaluación cuidadosa del progreso.

Los hallazgos de diferentes investigaciones confirman que los niños muy pequeños poseen un grado considerable de conocimiento metacognitivo que se va desarrollando gradualmente durante su proceso de maduración, de ahí la conveniencia de que los estudiantes, desde muy corta edad, dentro del currículo y no como apéndice del mismo, se inicien en la práctica del autoexamen y el control de su autoeficacia, distribuyendo cuidadosamente el tiempo y los recursos de que disponen.

Numerosos trabajos han demostrado el efecto favorable del entrenamiento en estrategias metacognitivas en diferentes áreas del currículo: en lectura (Brown, Armbruster y Baker, 1985; Brown y Palincsar, 1987; Campione y Brown, 1990; Chipman, Segal y Glaser, 1985; Jacob y Paris, 1987; Sánchez, 1993); en escritura (Bereiter y Scardamalia, 1987; Castelló, 1995; Hayes y Flower, 1980; Higgins, Flower y Petraglia, 1992; Saunders, 1989); en el uso de gráficos y mapas (Moore, 1993; Schofield y Kirby, 1994); en física (Pirolli y Bielaczyc, 1989; Pirolli y Recker, 1994); en la solución de problemas (Borkowski, 1992; Chi et al., 1989; Bielaczyc, Pirolli y Brown, 1995; Klahr, 1985; Swanson, 1990).

Estos trabajos, al mismo tiempo, han desarrollado diversos métodos de enseñanza para llevar a cabo el entrenamiento en metacognición. Los métodos tienen distinta fundamentación teórica y se basan en la observación, la comparación y la reflexión sobre el modo de ejecutar tareas, hechas por otros (los profesores o el grupo de iguales), o sobre la propia ejecución de los estudiantes concerniente a tareas relacionadas con el aprendizaje escolar. Entre los métodos, podemos citar: el *role-playing,* la discusión, el debate, el método de explicación o enseñanza directa (Duffy et al., 1986); el modelado y el método de andamiaje, derivado de los supuestos que inspiran el trabajo de Vygotsky (1978) (Collins, Brown y Newman, 1989); el método de entrenamiento cognitivo, basado en el diálogo, la explicación directa, el modelado (un ejemplo de este método lo tenemos en el programa ILS -*Informed Strategies for Learning*- propuesto por Paris y colaboradores, 1984); el método de aprendizaje cooperativo, entendido como una ayuda al aprendizaje cuando los alumnos realizan tareas en común (Slavin, 1991); o el método de enseñanza recíproca, basado en la interacción del trabajo en situación de pareja (díada), en la que uno de los integrantes del par adopta el rol de líder (Palincsar y Brown, 1984).

Las estrategias metacognitivas deben enseñarse simultáneamente a la enseñanza de los contenidos de las diferentes materias escolares (Hartman y Sternberg, 1993), integradas en alguno de los métodos de interacción didáctica. Una parte de ellas se centran en el maestro y otras les corresponde desarrollarlas a los propios estudiantes, dependiendo de quién tenga la responsabilidad y el control de la actividad de aprender en cada momento de la situación de aprendizaje-enseñanza. Las técnicas centradas en el maestro incluyen: preguntar, decir en voz alta lo que se hace al tiempo que se realiza, anticipar los pasos que se van a seguir, preguntarse por el valor y el interés de cada uno de ellos, justificar las

decisiones que se toman, proporcionar diferentes ejemplos, analogías, gráficos, esquemas y justificar su valor procedimental para adquirir el conocimiento. En suma, modelar y justificar previamente el aprendizaje que queremos que realice el alumno después de forma individual.

Las estrategias centradas en el alumno incluyen marcarse objetivos y planificar las tareas, hablarse a sí mismo a lo largo del aprendizaje para autopreguntarse y cuestionarse cada paso de la actividad de aprender, pensar en voz alta, detenerse a reflexionar y revisar lo realizado previamente, anticipar y prever etapas y resultados, evaluar resultados parciales y finales, preguntarse por qué las tareas se hacen bien o mal, a qué se puede deber, si está en manos del alumno proponer soluciones y cuáles.

Finalmente, decir que la metacognición juega un papel muy importante en el aprendizaje escolar contribuyendo a incrementar la eficacia en el rendimiento académico de los estudiantes, por lo que la enseñanza de la metacognición debe constituir un elemento más del currículo escolar, junto a la enseñanza de las diferentes materias escolares; aunque, la metacognición no es la panacea para solucionar todos los problemas del aprendizaje escolar. Sin embargo, la comprensión de los procesos de pensamiento implicados en el aprendizaje de las diversas materias y la estimulación de la actividad reflexiva de los estudiantes sobre el propio proceso de aprendizaje, son instrumentos eficaces de enseñanza en manos de los profesores. La enseñanza de la metacognición es un instrumento más, un medio de indudable valor e interés al servicio de la enseñanza, que, en cualquier caso, no debe constituirse en objetivo de instrucción por sí misma.

CAPÍTULO 10

Cognición-Metacognición

Francisco Herrera Clavero y Mª Inmaculada Ramírez Salguero

1. Conceptos y teorías

Sobre los términos *cognición-metacognición,* al igual que sobre otros del ámbito de la psicología, es muy difícil encontrar una definición única que sea comúnmente aceptada por todos los investigadores en este campo del conocimiento, lo que determina obligatoriamente el análisis de sus componentes para poder ofrecer una aproximación adecuada.

El tema de la metacognición comenzó a interesar plenamente a partir de la década de los sesenta, destacando los trabajos de Flavell (Flavell, 1976, 1977; Flavell y Wellman, 1977), de quien podemos apreciar una primera definición del término:

Metacognición se refiere al conocimiento de uno mismo respecto de los propios procesos cognitivos y sus productos o a cualquier cosa relacionada con ellos, por ejemplo, las propiedades de la información o los datos relevantes para el aprendizaje... Metacognición se refiere, entre otras cosas, al control activo y a la consecuente regulación y orquestación de estos procesos en relación con los objetos de conocimiento a los que se refieren, normalmente al servicio de alguna meta concreta u objetivo (Flavell, 1976:232).

De esta definición pueden destacarse dos notas distintivas de la metacognición, una, su *contenido* y, otra, su *función*. En cuanto al contenido, decir que la metacognición es un proceso relacionado con el conocimiento que puede alcanzar el sujeto de sus propios procesos mentales o de la información sobre la que éstos se ejercen. En cuanto a la función, decir que el hecho de poder acceder a los propios procesos cognitivos permite a quien conoce un mejor control de su actividad.

En ese sentido, se puede aceptar que sus dos principales elementos integrantes son: la conciencia del propio conocimiento y sus procesos, y el control o regulación que sobre éstos se ejerce, ya que existe una referencia explícita al conocimiento que los sujetos tienen de la cantidad y calidad de sus conocimientos y sus procesos cognitivos, y, además, del control que ejercen sobre los mismos.

Así pues, en general, podemos encontrar investigaciones que enfatizan uno u otro aspecto, aquellos que destacan la importancia del conocimiento que los

sujetos tienen de su propio funcionamiento cognitivo y aquellos que se centran en el papel regulador del conocimiento, analizando sus efectos sobre la conducta cognitiva. Ambas, representan líneas de investigación que responden históricamente a planteamientos teóricos y metodológicos distintos (Yussen, 1985; Moreno, 1986), tanto en relación a las tareas específicas que seleccionan para verificar sus hipótesis, como en la medición y obtención de datos. De manera que, por ejemplo, los datos sobre los estudios de la *conciencia* se obtienen a partir de *informes verbales*; mientras que, sobre los estudios de *regulación* de los procesos cognitivos, se obtienen mediante la *ejecución de distintas tareas*. Como muestra de la primera línea podemos destacar el modelo Flavell (1979, 1987), representando a la segunda sobresale el modelo Brown (1978, 1987) y, como postura ecléctica, el modelo de Paris (1984).

I. Flavell (1987) supone un conocimiento de tipo factual y declarativo, proponiendo una taxonomía para la comprensión de su dominio. Las diversas fuentes de este conocimiento se encuentran en la variabilidad y diversidad de los datos que proporcionan los comportamientos inteligentes inter e intraindividuales, en las actividades que ejecutamos y en las estrategias con que abordamos dichas actividades.

Según Brown (1987), este tipo de conocimiento tendría las siguientes características:

1º. Es *estable*, permanece con el paso del tiempo.

2º. Es *reflexionable*, puede comunicarse a otros.

3º. Es *falible*, puede creerse como cierto sin serlo objetivamente.

4º. Es *tardío*, se manifiesta en las últimas etapas del desarrollo evolutivo.

Entre las tres fuentes de conocimiento mencionadas se establecen conexiones o relaciones que constituyen la esencia de la actividad metacognitiva, entendida como capacidad de combinar y equilibrar interactivamente las siguientes variables: *de la persona, de la tarea y de la estrategia.*

Las variables de la persona permiten diferenciar los propios procesos mentales de los ajenos, pero teniendo en cuenta que existen elementos comunes para ambos. Se construyen a lo largo del desarrollo y nos permiten valorar en cada momento lo que conocemos o no, el grado de certeza o las limitaciones del conocimiento que poseemos sobre algo o sobre nosotros mismos, pudiéndose distinguir tres apartados:

a) Variables personales *interindividuales*, conocimientos o creencias que nos formamos de nosotros mismos en comparación con las que llevan a cabo otras personas.

b) Variables personales *intraindividuales*, conocimientos o creencias que tenemos sobre la diferenciación interior en comparación con los demás: conocimiento de los intereses, aptitudes, tendencias y gustos propios y ajenos.

c) Variables *universales*, conocimiento sobre aspectos generales de la cognición humana (teorías), proporcionados por el conocimiento popular, la ciencia, la técnica, la tecnología o el arte.

Las variables de la tarea aluden a la naturaleza de la información que maneja el sujeto cuando reconoce que dicha información puede afectar a su proceso de conocimiento. El conocimiento de las variables que definen la tarea (amplitud, grado de dificultad, etc.), ayuda a determinar o seleccionar los procedimientos para su resolución. Y, de igual forma que en las variables de la persona, la comprensión de la influencia de estas variables también se adquiere de modo progresivo con el desarrollo evolutivo de los sujetos.

Las variables de la estrategia suponen una reflexión sobre las estrategias cognitivas y metacognitivas empleadas por el sujeto. Son procedimientos que permiten ir de una situación a otra, relacionar unas tareas con otras y conseguir así objetivos y metas; son, en suma, procedimientos de resolución.

Entre ellas, a grandes rasgos, podemos distinguir dos grupos: cognitivas y metacognitivas. Las primeras, serían aquellas que se requieren para que el individuo progrese o amplíe su conocimiento y, las segundas, para controlar ese progreso o ampliación, asegurándole que el aprendizaje que está realizando va en la dirección correcta, suponiendo el aspecto procedimental del control del conocimiento.

II. Brown (1987) ofrece la siguiente definición:

La metacognición se refiere al conocimiento de uno mismo y al control del dominio cognitivo... Aunque el conocimiento y la regulación del conocimiento están incestuosamente relacionados, esas dos formas de actividad tienen raíces bastante diferentes y los problemas que los acompañan son distintos. La tensión generada por el uso del mismo término, metacognición, para los dos tipos de conducta está bien ilustrada por el hecho de que incluso los más destacados ponentes en este campo tienden a responder a las cuestiones sobre la naturaleza de la metacognición con un "depende". ¿Se desarrolla tardíamente la metacognición?, depende del tipo de conocimiento o proceso al que uno se refiera. ¿Es consciente la metacognición?, depende... (Brown, Bransford, Ferrara y Campione, 1983: 106-107).

De tal forma que distingue dos posibles áreas de investigación: *saber sobre el conocimiento* y *regulación del conocimiento*, estableciendo diferencias entre un conocimiento factual y declarativo, y un conocimiento procedimental.

Brown y sus colaboradores (1987) consideran la existencia de un conocimiento procedimental que se reflejaría en las actividades utilizadas para regular y revisar el conocimiento. Se trata de actividades de planificación que se realizan antes de comprender y solucionar un problema (predicción de los resultados, programación del tiempo, determinación de los procedimientos y recursos a utilizar en la realización de una tarea, etc.), actividades de supervisión (monitoring) durante el aprendizaje (verificación, revisión, etc.) y actividades de control sobre los resultados (evaluación de resultados y retroalimentación).

Estas actividades se caracterizan por ser:

1º. Relativamente estables.
2º. No necesariamente comunicables.
3º. Más dependientes de la tarea y la situación que de la edad (madurez y desarrollo evolutivo) de los sujetos.
El conocimiento procedimental ejerce funciones parecidas a las de un procesador central, tales como:
a) Predecir las limitaciones de capacidad del sistema.
b) Identificar y caracterizar el problema a solucionar.
c) Determinar el repertorio de rutinas heurísticas apropiadas al problema.
d) Planificar y programar las estrategias adecuadas de solución.
e) Controlar y supervisar la eficacia de las rutinas que se han utilizado.
f) Evaluar dinámicamente esas operaciones en relación con el éxito o fracaso en la tarea, de manera que las actividades puedan ser medidas estratégicamente (Brown, 1978).
La regulación y control del conocimiento va referida a la *participación activa de quien aprende* en tres momentos: antes de iniciar la actividad de aprendizaje (predecir, organizar, etc.), durante el proceso de aprendizaje (ajustar, revisar, etc.) y después del aprendizaje (evaluar, retroalimentar, etc.).
III. Paris (1984) opina que la metacognición representa el conocimiento sobre los estados o procesos cognitivos a que pueden acceder los individuos, restringiendo la definición al considerar exclusivamente metacognitivos aquellos procesos de los cuales la persona es consciente. De forma que la metacognición sólo será conceptualizada como tal si puede ser observada y medida, si la conciencia sobre los aspectos cognitivos puede ser pública. Quiere decir que, aquellos aspectos que inicialmente actuaron bajo control consciente pero que posteriormente se automatizaron, no serían considerados como metacognitivos.
La categorización que Paris et al. (Paris & Jacobs, 1984; Jacobs & Paris, 1987; Cross & Paris, 1988) hacen de la metacognición incluye, por una parte, las *autovaloraciones de la cognición* y, por otra, la *autodirección del pensamiento*, recogiendo las dos orientaciones tradicionales en el estudio de la metacognición:
1ª. *Las autovaloraciones de la cognición* representan el aspecto estático resultante de lo que un sujeto sabe acerca de un dominio o tarea, pudiendo ser de tres tipos: 1º) Conocimiento *declarativo* (como: releer un texto facilita su memorización, etc., 2º) Conocimiento *procedimental* (como: resumir, subrayar, etc.) y 3º) Conocimiento *condicional* (como: por qué una estrategia es efectiva, etc.).
2ª. *La autodirección del pensamiento* representa el aspecto dinámico resultante de la traslación del conocimiento a la acción, pudiendo ser de tres tipos: 1º) *Planificación* o coordinación selectiva de los medios para alcanzar una meta cognitiva (como: ajustar el ritmo de lectura a la dificultad del texto, etc.), 2º) *Regulación* o modificación de planes y estrategias después del control del propio rendimiento (como: lectura y relectura del primer párrafo antes de pasar al siguiente, etc.)

y 3º) Evaluación o análisis cuantitativo y cualitativo de los logros conseguidos (como: evaluar la propia comprensión de un texto, etc.).

2. Evaluación

Sin duda alguna, la metacognición es uno de los constructos más investigados en la psicología de la instrucción contemporánea; no obstante, tanto su delimitación conceptual como su evaluación y entrenamiento requieren un tratamiento metodológico empírico válido y fiable, que dé solidez a sus planteamientos.

Hay autores que restringen la metacognición a los procesos metacognitivos de los que las personas son o pueden ser conscientes y que se manifiestan a través de indicadores internos, introspectivos (Flavell, 1976, 1977; Flavell y Wellman, 1977); otros, sin embargo, lo hacen a través de indicadores externos, indirectos, susceptibles de medida y cuantificación (Paris y Jacobs, 1984; Jacobs y Paris, 1987; Cross y Paris, 1988). En este sentido, unos u otros, intentan analizar la metacognición mediante la observación y la medida de los dos grandes aspectos que la definen: *autoconocimiento* y *proceso de control.*

Así pues, en general, el procedimiento metodológico más utilizado en la evaluación de la metacognición es el *informe verbal,* como forma de inferir los estados de conciencia de los individuos; aunque, es una herramienta que cuenta con numerosísimas críticas (Nisbet y Wilson, 1977) y que supone costosos esfuerzos para mejorar los procedimientos que permitan validar y fiabilizar los hallazgos obtenidos (Ericsson y Simon, 1980).

No obstante, podríamos distinguir dos grupos de técnicas diferenciadas al respecto: las primeras, serían aquellas donde los sujetos abordan de forma consciente sus propios estados mentales haciendo alusión a la descripción de los procesos que verbalizan -*think aluod* (Cavanaugh y Permlmutter, 1982), *entrevistas* (Brown, 1987) y *cuestionarios* (Pintrich y De Groot, 1990, «*Cuestionario de Estrategias Motivadas* -MSLQ-»)-, y, las segundas, considerando las respuestas verbales como resultado o producto de un proceso mental dado, actuando como indicadores de que determinados procesos se activan por parte del sujeto -*peer tutoring* (Garner, 1987), *pictorial techniques* (Díaz y Rodrigo, 1989), graphing subjective (Hall, Dansereau, O'Donnell, 1990), *cuestionario metacognitivo* «MQ» (Swanson, 1990), *judgments of knowing y feeling of knowing* (Nelson y Leonesio, 1990), etc.-.

Queda claro, pues, que la mayor parte de las técnicas, salvo las que utilizan dibujos o gráficos, se fundamentan en el informe verbal, como procedimiento para acceder a los estados y los procesos de control del conocimiento de los que los individuos son conscientes y que podemos inferir a partir de autovaloraciones personales (Pelegrina, Justicia y Cano, 1991).

No obstante, las verbalizaciones, como herramienta metodológica, han sido objeto de numerosos análisis (fiabilidad, influencia del experimentador, relaciones entre lo que el sujeto sabe y lo que en realidad hace, consideraciones

sobre el estado evolutivo de los sujetos, etc.), poniendo de manifiesto algunas precauciones, como recomienda Garner (1987):

1º. Evitar preguntar sobre procesos automáticos, inaccesibles a la reflexión.

2º. Reducir el intervalo entre procesamiento e informe.

3º. Evitar el efecto de sesgo del experimentador utilizando preguntas indirectas.

4º. Utilizar diferentes métodos que no compartan las mismas fuentes de error para valorar el conocimiento y la utilización de las estrategias.

5º. Utilizar técnicas que reduzcan las demandas de verbalización, especialmente en los sujetos más jóvenes.

6º. Evitar escenarios hipotéticos y cuestiones muy generales.

7º. Valorar la consistencia de las respuestas de la entrevista a lo largo del tiempo para un grupo de sujetos.

8º. Valorar la validez de las preguntas para reducir las respuestas verbales a temas de interés.

Así, pues, la técnica del cuestionario, junto con la entrevista, tal vez sean, entre los procedimientos analizados, los más utilizados para medir la metacognición (Belmont y Borkoswski, 1988; Clements y Natassi, 1990; Meichenbaum, Burland, Gruson y Cameron, 1985; Pintrich y De Groot, 1990; Tobias, Hartman, Everson y Gourgey, 1991; Swanson, 1990). De ellos, aquí nos interesan particularmente el *Metacognitive Questionnaire, MQ,* de Swanson y el *Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ,* de Pintrich y De Groot.

El MQ de Swanson (1990) es un cuestionario para valorar la metacognición y la aptitud general de los individuos en el ámbito de la resolución de problemas. Es una prueba de carácter individual que se pasa en forma de entrevista, grabando las respuestas de los sujetos. Consta de 17 preguntas que se puntúan de acuerdo con cinco categorías de respuesta (señaladas por Kreutzer et al., 1975). Las preguntas se agrupan en tres bloques que corresponden a los siguientes aspectos: a) *variables de persona* (preguntas:1, 2, 5, 15, 16 y 17); b) *variables de tarea* (3, 4, 6, 8, 10 y 12); y c) *variables de estrategia* (7, 13 y 14). Las preguntas 9 y 11 se relacionan con soluciones de problemas planteados en la preguntas 8 y 10, respectivamente, y no tienen que ver en la metacognición.

El cuestionario de Pintrich y De Groot (1990) es algo más complejo; aunque, por tratarse de una prueba de papel y lápiz, el tiempo que requiere para ser cumplimentado por los estudiantes es bastante breve. Consta de 5 escalas que representan distintas dimensiones del aprendizaje autorregulado. Tres de ellas están relacionadas con la motivación y las otras dos son de carácter cognitivo. En realidad, se trata de un instrumento con 56 preguntas en las que se mide la motivación de los estudiantes, el uso de estrategias cognitivas, el uso de estrategias metacognitivas, y el control y manejo del esfuerzo para aprender.

Los estudiantes deben responder a las preguntas seleccionando en una escala tipo Likert con 7 alternativas, la alternativa que demuestre mayor acuerdo entre

el contenido del enunciado de la pregunta y lo que le ocurre al sujeto (desde 1 = no es cierto; no estoy de acuerdo con el contenido que se enuncia; hasta 7 = es verdaderamente cierto para mí, estoy plenamente de acuerdo). Las preguntas las toman y adaptan los autores de diferentes instrumentos previos, utilizados para evaluar estrategias de aprendizaje (Eccles, 1983; Weinstein, Schulte y Palmer, 1987). A través del análisis factorial determinaron las dimensiones o factores y se construyó el cuestionario final, desechando parte de las preguntas por falta de correlación o de estabilidad con la estructura factorial obtenida.
En el análisis de la *motivación* aparecieron tres factores o dimensiones: la *autoeficacia*, la *motivación intrínseca* y la *ansiedad*. Los otros dos factores se relacionan con el uso de *estrategias cognitivas* y con la *autorregulación* (estrategias metacognitivas). Las escalas que miden los cinco factores mostraron coeficientes de fiabilidad que oscilaron entre .74 y .89.
Respecto a otras opciones, tan sólo citar algunos ejemplos, tales como: la técnica *think aloud*, que es un informe verbal en el que el sujeto debe expresar en voz alta lo que está pensando mientras resuelve una tarea. La *enseñanza entre iguales* (peer tutoring), consistente en enseñar una estrategia nueva a un sujeto, para que después éste se la enseñe a otro. La *elección con láminas* (pictorial techniques), que estriba en mostrar a los sujetos láminas en las que los personajes se enfrentan a una determinada situación. Y, el paradigma de *las dos tareas*, que gira en torno a la exposición a los sujetos de dos estrategias de realización de una tarea para que elijan la mejor, sin conocerlas previamente.
Por último, referirnos a otros importantes instrumentos, tales como:
El elaborado por Weinstein et al.(1987), Learning and Studies Skills Inventory -LASSI-escala que, aunque fue diseñada para la medición de estrategias y habilidades de aprendizaje, resulta un instrumento que puede facilitar información adecuada acerca de los procesos cognitivos-metacognitivos e, incluso, motivacionales. El inventario se compone de un conjunto de tácticas implícitas en el rendimiento académico que facilita el procesamiento de información, tales como: actitud, motivación, administración del tiempo, concentración, procesamiento de la información, ayudas para el estudio, autovaloración, selección de ideas principales y estrategias de comprobación; con unos índices de fiabilidad muy aceptables (entre 0,68 y 0,86).

3. Programas de intervención

En general, podríamos distinguir dos líneas de intervención: 1ª) La que alude exclusivamente al término metacognición, y 2ª) La referida a la conjunción metacognición y motivación.
Respecto a la primera orientación, programas de intervención exclusivos en metacognición, decir que son numerosos los trabajos que han demostrado el efecto favorable del entrenamiento en estrategias metacognitivas en diferentes áreas del currículo: en lectura (Brown, Armbruster y Baker, 1985; Brown y

Palincsar, 1987; Campione y Brown, 1990; Chipman, Segal y Glaser, 1985; Jacob y Paris, 1987; Sánchez, 1993); en escritura (Bereiter y Scardamalia, 1987; Castelló, 1995; Hayes y Flower, 1980; Higgins, Flower y Petraglia, 1992; Saunders, 1989); en el uso de gráficos y mapas (Moore, 1993; Schofield y Kirby, 1994); en física (Pirolli y Bielaczyc, 1989; Pirolli y Recker, 1994); en la solución de problemas (Borkowski, 1992; Chi et al., 1989; Bielaczyc, Pirolli y Brown, 1995; Klahr, 1985; Swanson, 1990), etc.

Estos trabajos, al mismo tiempo, han desarrollado diversos métodos de enseñanza para llevar a cabo el entrenamiento en metacognición. Dichos métodos tienen distinta fundamentación teórica y se basan en la *observación*, la *comparación* y la *reflexión* sobre el modo de ejecutar tareas hechas por otros (profesores o grupo de iguales) o sobre la propia ejecución de los estudiantes, concerniente a tareas relacionadas con el aprendizaje escolar.

Entre estos métodos, podemos citar: el role-playing; la discusión; el debate; el método de explicación o enseñanza directa (Duffy et al., 1986); el modelado y el método de andamiaje, derivado de los supuestos que inspiran el trabajo de Vygotsky (1978) (Collins, Brown y Newman, 1989); el método de entrenamiento cognitivo, basado en el diálogo, la explicación directa, el modelado (un ejemplo de este método lo tenemos en el programa ISL *-Informed Strategies for,Learning-* propuesto por Paris y colaboradores, 1984); el método de aprendizaje cooperativo, entendido como una ayuda al aprendizaje cuando los alumnos realizan tareas en común (Slavin, 1991); o, el método de enseñanza recíproca, basado en la interacción del trabajo en situación de pareja (díada), en la que uno de los integrantes del par adopta el rol de líder (Palincsar y Brown, 1984).

Las propuestas, en general, se han dirigido al aumento de las estrategias de memoria, incidiendo en el problema de la generalización y mantenimiento de estrategias previamente entrenadas, o a fomentar la lectura comprensiva, utilizando técnicas de enseñanza informativa, metáforas, grupos de diálogo, prácticas dirigidas y aplicaciones, como el ISL de Paris et Al (1984).

No obstante, puede resultar esclarecedora como muestra, por su sencillez, claridad y profundidad, la pauta de intervención de Lloyds y Loper (1989), dirigida a desarrollar conductas metacognitivas, siendo sus principales fases las siguientes:

1º. *Valoración inicial,* para conocer cuáles son los problemas a tratar, con la ejecución de las siguientes tareas: planificación, aplicación de estrategias, control de la tarea, corrección de errores y evaluación.

2º. *Valoración y tratamient*o del desarrollo del plan establecido, con la ejecución de tareas tales como: autopreguntas, respuestas en voz alta y en silencio, etc.

3º. *Detección de problemas,* para el ajuste continuo del programa, con la ejecución de las siguientes tareas: observación de la claridad y suficiencia de las instruc-

ciones, valoración del ajuste de la intervención a la habilidad del sujeto, análisis de interferencias, valoración de la suficiencia de la información, etc.
De una forma muy sintética, podríamos resumirlas como a continuación aparece expuesto:
1º. Valoración inicial:
a) *Planificación*: ¿Tiene el estudiante las ideas apropiadas para realizar la tarea?.
b) *Aplicación de la estrategia*: ¿Ejecuta un plan y aplica las técnicas apropiadas?.
c) *Control de la tarea*: ¿Controla el estudiante su trabajo?.
d) *Corrección de errores*: ¿Corrige el estudiante su trabajo?.
e) *Evaluación*: ¿Evalúa el estudiante lo que ha realizado cuando acaba la tarea?.

2º. Valoración y tratamiento (Cuadro 10.1.):

Cuadro 10.1.

Componentes del Tratamiento	Tiempo	Expectativas para el progreso diario
Línea Base	2 semanas	Sin cambio
Intervención 1: Se le enseña al niño a autopreguntarse: Plantearse preguntas en voz alta, controlar las respuestas en un formulario y realizar una gráfica de las respuestas correctas.	3 semanas	Mejora
Intervención 2: El niño debe responder a sus propias preguntas en voz baja, controlar las respuestas en un formulario y realizar una gráfica con sus respuestas correctas.	semanas	Inicialmente puede haber algún decremento, pero posteriormente se producirá un mantenimiento gradual o mejora.
Intervención 3: El niño debe responder a sus propias preguntas en silencio y controlar las respuestas.	2 semanas	Ídem.
Intervención 4: El niño debe responder a sus propias preguntas en silencio.	2 semanas	Ídem.
Control del mantenimiento: No se le dan al niño instrucciones específicas.	4 semanas	Ídem.
Seguimiento.	1 mes después	Puede haber un leve descenso, pero bastante por encima del nivel de línea base.

Pauta de intervención para el desarrollo de conductas metacognitivas de Lloyds y Loper (1989)

3º. Detección de problemas:
a) ¿Son las instrucciones suficientemente explícitas?.
b) ¿Se ajusta la intervención al nivel de habilidad del estudiante?.
c) ¿Interfiere el procedimiento con otros procedimientos importantes?.
d) ¿Está el estudiante suficientemente informado de su progreso?.

Respecto a la segunda orientación, programas de intervención en metacognición y motivación conjuntamente (SRL), decir que también son numerosos los trabajos que han demostrado el efecto más favorable del entrenamiento en estrategias metacognitivas cuando se llevan a cabo conjuntamente con programas de desarrollo motivacional (Paris, Olson y Stevenson, 1983; Corno y Mandinach, 1983; Corno y Rohrkemper, 1985; Zimmerman y Martínez Pons, 1986; Dweck, 1986; Alonso, García y Montero, 1986; Castro, 1986; Pintrich y De Groot, 1990; Pokay y Blumenfeld, 1990; Wellman, 1990, 1995; Zimmerman, 1989, l 990; Valle y Núñez, 1989; McCombs y Marzano, 1990; Weiner (1990); González-Pienda, Núñez y Valle, 1991; Borkowski y Muthukrishna, 1992; Jussim y Eccles, 1992; Núñez, 1992; Navas et al., 1991, 1992; McCombs, 1993; Castejón, Navas y Sampascual, 1993; Pardo y Alonso, 1993; Cabanach, Núñez y García-Fuentes, 1994; Núñez y González-Pienda, 1994; Sampascual, Navas y Castejón, 1994; Rivière, Sarriá, Núñez y Rodrigo, 1994; Butler y Winne, 1995; Alonso, 1995, etc.).

De ellos es preciso destacar que, en general, han sido diseñados basándose en la modificabilidad de las atribuciones causales y de la metacognición, siendo sus máximos exponentes Schunk et al.(1992), recomendando dirigir la atribución del sujeto, en caso de fracaso, no a la falta de esfuerzo; sino al uso inadecuado de las estrategias de resolución o al planteamiento incorrecto del problema, por las siguientes razones:

1º. Si el sujeto se esfuerza constantemente para obtener un resultado positivo y nunca lo consigue, no sólo acabará cansándose de intentarlo, sino que reducirá su autoconfianza, creyéndose incapaz de alcanzar el éxito, por más que lo intente.

2º. De persistir en la atribución del éxito al esfuerzo, el sujeto antes que esforzarse y darse cuenta de que no es capaz, preferirá disimular, mostrar un falso interés o esforzarse poco (confirmado por Covington, 1992).

3º. Por mucho que le digamos que no se esfuerza, si no se le muestra dónde ha fallado y cómo resolver el problema, nunca lo hará correctamente.

En caso de éxito, la atribución tampoco sería debida al esfuerzo, sino a la habilidad; dado que, según el grado de comprensión que tiene el niño de los conceptos esfuerzo y habilidad, indicarle que ha aprobado porque se ha esforzado, es como sugerirle que tiene poca capacidad, ya que ha tenido que esforzarse para conseguirlo y, además, porque conduce a un crecimiento menor de sus expectativas futuras.

En este sentido, según Pardo y Alonso (1993:338), los criterios rectores de intervención deben ser los siguientes:
1. Antes de la Tarea.
1.1. Orientar hacia una concepción de la inteligencia como un conjunto de destrezas susceptibles de ser modificadas a través del propio esfuerzo.
1.2. Presentar las situaciones de logro lo más desprovistas posible de componentes evaluativos.
1.3. Fortalecer el sentimiento de autonomía personal, a través de la percepción de que se posee el control.

2. Durante la tarea.
2.1. Enseñar a los sujetos a autodirigirse durante la realización de la tarea de logro, facilitándole instrucciones o mensajes de tipo instrumental.
2.2. Adiestrarles en el establecimiento de metas intermedias, que garanticen cierta experiencia de éxito y un avance progresivo hacia el resultado final.

3. Después de la tarea.
3.1. Centrar la evaluación sobre el proceso de ejecución seguido durante la realización de la tarea y sobre el grado de aprendizaje obtenido en ella.

Alonso (1993) propone los siguientes principios para el desarrollo motivacional de la instrucción:

I. En relación con la forma de presentar y organizar la tarea.
1. Activar la curiosidad y el interés del alumno por el contenido del tema o la tarea a realizar. Las estrategias para conseguirlo serían las siguientes:
1.1. Presentar información nueva, incierta, sorprendente o incongruente con los conocimientos previos del alumno.
1.2. Plantear o suscitar en el alumno problemas que haya de resolver.
1.3. Variar los elementos de la tarea para mantener la atención.

2. Mostrar la relevancia del contenido o la tarea para el alumno. Las estrategias para conseguirlo serían las siguientes:
2.1. Relacionar el contenido de la instrucción con las experiencias, conocimientos previos y valores de los alumnos.

2.2. Mostrar, a ser posible mediante ejemplos, la meta para la que puede ser relevante aprender lo que se presenta como contenido de la instrucción.

II. En relación con la forma de organizar la actividad en el contexto de la clase.

3. Organizar la actividad en grupos cooperativos, en la medida en que lo permita la naturaleza de la tarea.

4. Dar el máximo posible de opciones de realización para facilitar la percepción de autonomía.

III. En relación con los mensajes que el profesor transmite a sus alumnos.

5. Orientar la atención de los sujetos:
5.1. Antes de la tarea:
5.1.1. Hacia el proceso de solución, más que hacia el resultado.
5.2. Durante la tarea:
5.2.1. Hacia la planificación y el establecimiento de metas realistas, dividiendo la tarea en pasos.
5.2.2. Hacia la búsqueda y comprobación de posibles medios de superar las dificultades.
5.3. Después de la tarea, al informar al sujeto sobre lo correcto o no del resultado:
5.3.1. Hacia el proceso seguido.
5.3.2. Hacia la toma de conciencia de lo que se ha aprendido y de las razones que han posibilitado el aprendizaje.
5.3.3. Hacia la toma de conciencia de que, aunque se haya equivocado, sigue mereciendo confianza.

6. Promover explícitamente la adquisición de los siguientes aprendizajes:
6.1. La concepción de la inteligencia como algo modificable.
6.2. La tendencia a atribuir los resultados a causas percibidas como internas, modificables y controlables.
6.3. La toma de conciencia de los factores que les hacen estar más o menos motivados.

IV. En relación con el modelado que el profesor puede hacer de la forma de afrontar la tarea y valorar los resultados.
7. Ejemplificar los mismos comportamientos y valores que se tratan de transmitir con los mensajes que se dan en clase.

V. En relación con la evaluación.
8. Organizar las evaluaciones a lo largo del curso de forma que:
8.1. Los alumnos las consideren como ocasiones para aprender.
8.2. Se evite, en la medida de lo posible, la comparación de unos con otros. Las estrategias para conseguirlo serían las siguientes:
8.2.1. Diseñar las evaluaciones de forma que permitan saber no sólo si sabe algo o no; sino, en caso negativo, dónde está el problema.

8.2.2. Proporcionar información cualitativa relativa a lo que el alumno debe corregir o aprender.
8.2.3. Acompañar la comunicación de resultados con mensajes para optimizar la confianza del alumno en sus posibilidades.
8.2.4. No dar públicamente la información sobre los resultados de la evaluación.

Por último, nos interesa destacar el Programa Instruccional para la Educación y Liberación Emotiva "Aprendiendo a Vivir" -PIELE- de Hernández y García Hernández (1992), que ofrece pautas concretas de intervención cognitiva-metacognitiva, afectiva y conativa.

Su fundamentación se basa en criterios explicativos de la inadaptación humana, fundamentalmente en los referidos a los modos inadecuados de la mente de interpretar y valorar la realidad -dimensión cognitiva-metacognitiva-, en los modos de canalizar inadecuadamente las emociones, creando desajustes afectivos -dimensión afectiva-, y en los modos de creación de hábitos inadecuados, como producto de los antecedentes y consecuentes que forma la conducta -dimensión conativa-.

En líneas generales, según sus propios autores, los resultados muestran cómo los alumnos que más se benefician de este programa tienen unas características que parecen ser más coherentes con un alto grado de influenciabilidad, por estar más afectados por el sufrimiento, por ser más intrapunitivos, por tener una mayor capacidad intelectual para entender el programa y reconducir su comportamiento, y por tener una educación y ambiente familiar no restrictivo, que facilita su apertura a los agentes de influencia. Por otra parte, los alumnos que emporan tienden a compartir las características opuestas, mientras los alumnos que se mantienen, que suele ser el grupo peor definido, ocupan una posición intermedia (de normalidad).

4. RESUMEN

Este tema se centra específicamente en la revisión de las definiciones conceptuales, teorías, sistemas de evaluación y programas de intervención más relevantes sobre *metacognición*, destacando las siguientes ideas:

1º. Respecto a la definición de metacognición, tras recoger las opiniones de Flavell (1976), Brown (1983) y Paris (1984), estando más de acuerdo con la postura ecléctica de este último, cabría entenderla como *procesos exclusivamente conscientes de autovaloración de la propia cognición y autodirección del pensamiento.*

2º. En cuanto a las teorías sobre la metacognición, entre otras, mencionar especialmente la aportación de Paris (1984), que, respecto a *la autovaloración de la propia cognición*, distingue tres tipos: 1º) Conocimiento *declarativo*, 2º) Conocimiento *procedimental*, y 3º) Conocimiento *condicional*; y, referente a *la autodirección del pensamiento,* señala otros tres tipos: 1º) *Planificación* o coordinación selectiva de los medios para alcanzar una meta cognitiva, 2º) *Regulación* o modificación de planes y estrategias después del control del propio rendimiento, y 3º) Evaluación o análisis cuantitativo y cualitativo de los logros conseguidos.

3º. Sobre los instrumentos de evaluación de la metacognición más utilizados, distinguir dos grupos de técnicas diferenciadas al respecto: 1º) Aquellas en las que los sujetos abordan de forma consciente sus propios estados mentales haciendo alusión a la descripción de los procesos que verbalizan -*think aluod* (Cavanaugh y Permlmutter, 1982), *entrevistas* (Brown, 1987) y *cuestionarios* (Pintrich y De Groot, 1990)-, y, 2º) Aquellas en las que los sujetos consideran las respuestas verbales como resultado o producto de un proceso mental dado, actuando como indicadores de determinados procesos que se activan por parte del sujeto -*peer tutoring* (Garner, 1987), *pictorial techniques* (Díaz y Rodrigo, 1989), graphing subjective (Hall, Dansereau, O'Donnell, 1990) y MQ (Swanson, 1990)-.

4º. Referente a los programas de intervención en metacognición, tener en cuenta aportaciones tales como las del role-playing, la discusión, el debate, el método de explicación o enseñanza directa (Duffy et al., 1986), el modelado, el método de andamiaje (Collins, Brown y Newman, 1989), el método de entrenamiento cognitivo ISL -*Informed Strategies for Learning*- (Paris et al., 1984), el método de enseñanza recíproca (Palincsar y Brown, 1984), además de las -Lloyds y Loper (1986), Covington (1987), Díez y Román (1988), Hernández y García Hernández (1992), y Pardo y Alonso (1993).

Todo lo cual nos lleva a decantarnos, por una parte, a la hora de evaluar la *metacognición*, de forma complementaria, a través de los cuestionarios de Pintrich y De Groot (1990), sobre los procesos que verbalizan los sujetos, y el de Swanson (1990), sobre respuestas verbales como resultado o producto de un proceso mental dado; y, por otra parte, respecto a la intervención con un programa propio de mejora, teniendo en cuenta las ideas aportadas principalmente por Lloyds y Loper (1986), Hernández y García Hernández (1992), y Pardo y Alonso (1993).

CAPÍTULO 11

Habilidades cognitivas

Francisco Herrera Clavero

1. Introducción.

Hablar de habilidades cognitivas, aunque sea brevemente, nos remite al ámbito de las aptitudes e implica, en primer lugar, introducirnos en el estudio del pensamiento, como proceso o sistemas de procesos complejos que abarcan desde la captación de estímulos, hasta su almacenaje en memoria y su posterior utilización, en su evolución y su relación con el lenguaje; abordar el estudio de la inteligencia y su evolución, como herramienta básica del pensamiento; y profundizar en el estudio del aprendizaje, como cambio relativamente estable del comportamiento producido por la experiencia. Para, en segundo lugar, con mayor profusión y especificidad, pasar al estudio del binomio cognición-metacognición y su relación con aquellas variables que más le afectan, como es el caso de las afectivas, tales como: la motivación, el autoconcepto, la autoestima, la autoeficacia, la ansiedad, etc. De manera que los términos "aprender a pensar", "aprender a aprender" y "pensar para aprender", cada vez nos sean menos ajenos.

Así pues, aquí nos proponemos hacer una revisión de los principales conceptos y teorías, formas de evaluación e intervención ofrecidos en este ámbito; aunque, como es obvio, de forma sucinta.

2. Conceptos y teorías.

Actualmente estamos sumergidos en la era de la revolución tecnológica y, por ello, el número de conocimientos culturales y técnicos, de teorías y habilidades, de modelos y estrategias, etc., aumentan de modo exponencial; siendo por lo que la educación se enfrenta al gran reto de transmitirlos relacionando a la vez lo teórico con la vida real, problema cada vez más difícil de solucionar. Además, curiosa y paradójicamente, hallándonos de pleno en la era de la comunicación social, nos encontramos con los niveles más altos, históricamente hablando, de incomunicación personal; lo que agrava sobremanera esta problemática.
La verdad es que, en general, nuestros alumnos dedican muy poco tiempo al trabajo autónomo, especialmente a las consultas, y su actividad se reduce casi exclusivamente, en la mayor parte de los casos, a escuchar (no oír siquiera) al profesor, empleando como única habilidad cognitiva, tomar notas y memorizar

los apuntes para los exámenes; lo cual denota interés por las clases de tipo expositivo, una alta orientación en sus actividades de trabajo y un procesamiento pasivo de la información.

Por otra parte, no sólo se trata de una cuestión de índole práctica, sino que es una imposición de la perspectiva cognitiva frente a la conductista, interesada por el procesamiento de la información y su almacenamiento en memoria, destacando cómo los resultados del aprendizaje no dependen exclusivamente del modo en que el profesor presenta la información; sino, además, del modo en que el alumno la procesa, la interioriza y la guarda (Weinstein y Mayer, 1986).
En la investigación especializada sobre habilidades y estrategias pueden recogerse multitud de definiciones al respecto; no obstante, es factible detectar un único núcleo de significado, aunque con algunas diferencias en los niveles denotativos de los términos empleados; en otras palabras, el nivel de generalidad concedido al concepto de habilidad o estrategia varía según el tipo de definición formulada. Por ello, se recogen aquí dos grupos claramente diferenciados y delimitados de definiciones: *sintéticas* y *analíticas*.

a) Sintéticas.
En este caso, las habilidades o estrategias se presentan en un sentido general, aunque asignándoles un papel concreto, siendo fácil detectar tanto macrohabilidades o macroestrategias, habilidades ejecutivas, etc., como microhabilidades o microestrategias, habilidades no ejecutivas, etc.
Las habilidades cognitivas son entendidas como *operaciones y procedimientos que puede usar el estudiante para adquirir, retener y recuperar diferentes tipos de conocimientos y ejecución ... suponen del estudiante capacidades de representación (lectura, imágenes, habla, escritura y dibujo), capacidades de selección (atención e intención) y capacidades de autodirección (autoprogramación y autocontrol)* (Rigney, 1978:165).
O'Neil y Spielberger (1979), a diferencia de Rigney, prefieren utilizar el término estrategias de aprendizaje, pues en él incluyen las estrategias de tipo afectivo y motor, así como las estrategias propiamente cognitivas; aunque de hecho reconocen tres características básicas de este dominio: la gran diversidad terminológica, el limitado acuerdo existente respecto a sus conceptos fundamentales y el estado de "arte" en que se encuentra.
Sin embargo, ello no impide que puedan establecerse algunas distinciones; por ejemplo, respecto a un tema muy próximo conceptualmente, tal como el de los estilos cognitivos. Perkins (1985), comentando el problema de la generalidad o especificidad de las habilidades cognitivas, señala una posible distinción entre estilos cognitivos y estrategias; los primeros están más íntimamente ligados a la conducta general de la persona, a su modo de pensar, de percibir, etc. (dependencia/independencia de campo; reflexividad/impulsividad, etc.), mientras las

segundas son conductas más específicas aplicadas en un momento determinado de un proceso (como, repasar un texto que se acaba de leer).

Derry y Murphy formularon en 1986 un planteamiento de diseño de sistemas de instrucción para mejorar la habilidad de aprender, utilizando como guía la teoría de Gagné, la de Sternberg y la teoría metacognitiva. El análisis de estas teorías les llevó a la conclusión de que la mejora de la habilidad para aprender necesita el desarrollo no sólo de habilidades de aprendizaje específicas, sino también de un mecanismo de control ejecutivo que acceda a las habilidades de aprendizaje y las combine cuando sean necesarias; planteando diversas posibilidades en cuanto al diseño curricular para estas estrategias: independiente (*detached*) (Weinstein, McCombs, Dansereau), incluido en el curriculum normal (*embedded*) (Jones), o una solución de compromiso entre ambas (*incidental learning model*) (Derry). Aunque, advierten que cualesquiera de las posibilidades debe considerar que esas habilidades, sobre todo las de control ejecutivo, son difíciles de entrenar, desarrollándose y automatizándose lentamente. Por ello, sus investigaciones representan una integración de las diversas taxonomías existentes, incorporando estrategias de: memoria, lectura y estudio, solución de problemas y afectivas.

McCormick et al. (1989) abordan la cuestión de las habilidades cognitivas en el marco del aprendizaje en una línea actual de transición de los contextos de laboratorio a las situaciones académicas de la vida real. En este ámbito han tenido lugar dos avances importantes:

1º. El desarrollo de modelos complejos de pensamiento calificable como competente; lo cual ha permitido identificar con mayor precisión las habilidades y estrategias más importantes.

2º. La elaboración de diseños de instrucción que promueven una actuación competente, evaluando el valor y efectividad de la instrucción en contextos naturales.

En relación al primer apartado los autores señalan tres modelos representativos del enfoque de procesamiento de la información: el modelo de resolución de problemas de Baron, el modelo de componentes de Sternberg y el del buen utilizador de estrategias de Pressley et al. Y, en relación al segundo apartado, destacan: el modelo de Pressley, que manifiesta la necesidad de enseñar todos los componentes del uso correcto de estrategias (estrategias, metacognición, motivación y conocimiento), el modelo de la universidad de Kansas, focalizado en la educación especial, pero con aplicaciones más generales (estrategias de memoria y comprensión, incluyendo el parafrasear, formularse preguntas, mnemotécnicos, imaginación visual, control de errores, etc.), y el modelo de entrenamiento en habilidades de solución de problemas aritméticos de Derry et al., que incluye una enseñanza de la planificación en la resolución de problemas, de la autocomprobación y del autocontrol.

b) Analíticas.

En este caso, las habilidades no son simples conglomerados de reglas o hábitos, sino que se trata de habilidades de alto orden que *controlan y regulan las habilidades más específicamente referidas a las tareas o más prácticas* (Nisbet y Shucksmith, 1987:21).

Resnick y Beck (1976) distinguen entre actividades de tipo amplio, utilizadas para razonar y pensar (habilidades generales), y habilidades específicas, dedicadas a realizar una tarea concreta (habilidades mediacionales). En un sentido más preciso, Sternberg (1983) diferencia entre habilidades ejecutivas (útiles para planificar, controlar y revisar las estrategias empleadas en la ejecución de una tarea, como identificar un problema) y habilidades no ejecutivas (utilizadas en la realización concreta de una tarea, como comparar).

En nuestro caso, preferimos hablar de estrategias cognitivas y metacognitivas, que podríamos resumir de la siguiente forma:

I. Habilidades cognitivas

Son las facilitadoras del conocimiento, aquellas que operan directamente sobre la información: recogiendo, analizando, comprendiendo, procesando y guardando información en la memoria, para, posteriormente, poder recuperarla y utilizarla dónde, cuándo y cómo convenga. En general, son las siguientes:

1. *Atención*: Exploración, fragmentación, selección y contradistractoras.
2. *Comprensión* (técnicas o habilidades de trabajo intelectual): Captación de ideas, subrayado, traducción a lenguaje propio y resumen, gráficos, redes, esquemas y mapas conceptuales. A través del manejo del lenguaje oral y escrito (velocidad, exactitud, comprensión).
3. *Elaboración*: Preguntas, metáforas, analogías, organizadores, apuntes y mnemotecnias.
4. *Memorización/Recuperación* (técnicas o habilidades de estudio): Codificación y generación de respuestas. Como ejemplo clásico y básico, el método 3R: Leer, recitar y revisar (read, recite, review).

II. Habilidades metacognitivas

Son las facilitadoras de la cantidad y calidad de conocimiento que se tiene (productos), su control, su dirección y su aplicación a la resolución de problemas, tareas, etc. (procesos).

1. *Conocimiento del conocimiento*: de la persona, de la tarea y de la estrategia.
2. *Control de los procesos cognitivos*:
2.1. *Planificación*: Diseño de los pasos a dar.
2.2. *Autorregulación*: Seguir cada paso planificado.
2.3. *Evaluación*: Valorar cada paso individualmente y en conjunto.
2.4. *Reorganización (feedback)*: Modificar pasos erróneos hasta lograr los objetivos.
2.5. *Anticipación (forward)*: Avanzar o adelantarse a nuevos aprendizajes.

Las *habilidades cognitivas* aluden directamente a las distintas capacidades intelectuales que resultan de la disposición o capacidad que demuestran los individuos al hacer algo. Estas habilidades son, como indican Hartman y Sternberg (1993), los obreros *(workers)* del conocimiento. Pueden ser numerosas, variadas y de gran utilidad, a la hora de trabajar en las distintas áreas de conocimientos y cuya actividad específica se ve afectada por multitud de factores que dependen de la materia, de la tarea, de las actitudes y de las variables del contexto donde tienen lugar. Precisamente, la actuación estratégica se refiere a la selección, organización y disposición de las habilidades que caracterizan el sistema cognitivo del individuo.

Por ejemplo, Weinstein y Mayer (1986) las estructuran en tres apartados: 1º) *Estrategias de repetición*, ensayo o recitación, cuyo objetivo es influir en la atención y en el proceso de codificación en la memoria de trabajo (a corto plazo), facilitando un nivel de comprensión superficial. 2º) *Estrategias de elaboración*, que pretenden una comprensión más profunda de los contenidos de los aprendizajes, posibilitando la conexión entre la nueva información y la previa, ayudando a su almacenamiento en la memoria a largo plazo, para conseguir aprendizajes significativos. 3º) *Estrategias de organización*, que permiten seleccionar la información adecuada y la construcción de conexiones entre los elementos de la información que va a ser aprendida, lo que fomenta el análisis, la síntesis, la inferencia y la anticipación ante las nuevas informaciones por adquirir.

Las *estrategias metacognitivas* hacen referencia, por una parte, a la consciencia y conocimiento del estudiante de sus propios procesos cognitivos, *conocimiento del conocimiento*, y, por otra, a la *capacidad de control* de estos procesos, organizándolos, dirigiéndolos y modificándolos, para lograr las metas del aprendizaje (Flavell, 1976, 1977; Flavell y Wellman, 1977). En general, supondrían aprender a reflexionar, estando integradas por variables de la *persona*, la *tarea* y las *estrategias*.

Las variables de la persona estarían formadas por nuestros conocimientos y creencias acerca de cómo somos y cómo son los demás, como procesadores cognitivos, estando directamente relacionadas con los componentes cognitivos de la motivación (percepción de autoeficacia, creencias de control, expectativas de rendimiento, etc.). Markman (1973, 1975), por ejemplo, observó que los niños pequeños no son capaces de predecir su comportamiento en la mayoría de las tareas cognitivas y que tienen dificultades para identificar contradicciones e incoherencias presentes en una historia. Asimismo, Pramling (1983) confirmó que los niños del segundo ciclo de Educación Infantil relacionaban el aprendizaje con hacer cosas o crecer, pero nunca con algo que tuviera relación con el conocimiento o que el aprendizaje proviniera de la experiencia.

Las variables de la tarea incluyen la consciencia acerca de sus demandas: magnitud, grado de dificultad, estructura, si es conocida o no, esfuerzo que requiere, etc.; adquiriéndose también de forma progresiva la comprensión de su influencia. Hay estudios experimentales que confirman el grado de dificultad que

entraña reconocer ciertos aspectos asociados a las demandas de las tareas, de manera que los aspectos que implican mayor dificultad o complejidad se aprenden después que los más fáciles o simples (Moynahan, 1973; Kreutzer, 1975).

En este mismo sentido, Miller (1985) analizó los factores que, según los niños, influyen en la atención que prestan a las tareas escolares cuando las hacen en casa y en la escuela, llegando a la conclusión de que, para los de 5 a 8 años, los factores más importantes eran estar callados (no hacer ruido) y centrados en lo que explica el maestro (interés por la tarea), no moverse de su sitio y observar lo que hace el profesor (aspectos extrínsecos a la tarea de aprender). Sin embargo, los niños mayores, atribuyen la falta de atención a factores que suelen tener un carácter más psicológico, como la falta de motivación, la dificultad de la tarea o el hecho de desviar el interés hacia otras cosas ajenas a la escuela (aspectos intrínsecos de la tarea de aprender).

Mazzoni y Cornoldi (1993) demostraron que el conocimiento previo sobre la facilidad o dificultad percibida o estimada de una tarea, afecta a la distribución del tiempo de estudio, de manera que a las tareas fáciles se les dedica menos tiempo que a las tareas difíciles. De igual forma, Dufresne y Kobassigawa (1989), en otro estudio experimental, manipularon el grado de relación entre los componentes de una lista de pares asociados, observando que el tiempo de recuerdo de los ítemes menos relacionados entre sí, los más difíciles, superaba el tiempo dedicado al recuerdo de los pares más relacionados.

Todas estas apreciaciones ponen de manifiesto que el grado de percepción de las variables concernientes a las tareas afectan al modo de realización de las mismas, de forma que, a medida que el sujeto va teniendo una mayor conciencia de las variables de la tarea, se incrementa su eficacia de realización.

Las variables de las estrategias van referidas al conocimiento estratégico cognitivo, metacognitivo y de los medios que pueden propiciar y facilitar el éxito, tales como: repetir elementos de una lista, ordenarlos por categorías, comprender un determinado contenido, relacionarlos son otros, recordar una determinada cuestión, resolver tal o cual problema, etc.

El conocimiento de las variables de estrategia se refiere al conocimiento procedimental, extraído de la experiencia, resultante de la ejecución de tareas anteriores. A partir del conocimiento de las características y requisitos de las tareas, las características personales y las estrategias que hay que emplear, es cuando se puede empezar a planificar, regular, evaluar y reorganizar el proceso cognitivo coherentemente. Así, pues, la metacognición supone el conocimiento y control de los propios estados y procesos cognitivos (Brown, Bransford, Ferrara, Capione, 1983).

Las actividades de planificación están integradas por el establecimiento de metas de aprendizaje, subdivisión de la tarea en pasos, generación de interrogantes ante el nuevo material, identificación y análisis del problema, plantea-

miento de hipótesis de trabajo, determinación de la dosificación del tiempo y el esfuerzo necesarios, etc.

Las actividades de dirección (monitoring) y autorregulación incluyen la autodirección y autocontrol cognitivo durante todo el proceso de realización de una actividad cognitiva, siendo capaz de seguir el plan trazado.

Y, las estrategias de evaluación permiten comprobar la eficacia del proceso cognitivo, mientras que las de reorganización facilitan su modificación en su defecto.

El desarrollo de las actividades de control cognitivo, de autoconciencia acerca de cómo se conoce y de automanejo de la propia actividad cognitiva, permite a los alumnos asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje, que, para Nisbet y Shuckmith (1986), es la clase del *aprender a aprender*. Precisamente, estos autores, describen la metacognición como el *séptimo sentido* que lleva a aprender a aprender; es decir, la capacidad de reconocer y controlar la situación de aprendizaje. Lo que no debe confundirse con el aprendizaje de habilidades específicas para el estudio es ser capaz de organizar, dirigir y controlar los procesos mentales y ajustarlos a las exigencias o contexto de la tarea. En este sentido, Nickerson et al. (1987) indican que la actuación de los *expertos,* respecto a los *novatos,* es de mayor énfasis en la planificación y la aplicación de estrategias, una mejor distribución del tiempo y los recursos, y un control y una evaluación cuidadosa del progreso.

Los hallazgos de diferentes investigaciones confirman que los niños muy pequeños poseen un grado considerable de conocimiento metacognitivo que se va desarrollando gradualmente durante su proceso de maduración, de ahí la conveniencia de que los estudiantes, desde muy corta edad, dentro del currículo y no como apéndice del mismo, se inicien en la práctica del autoexamen y el control de su autoeficacia, distribuyendo cuidadosamente el tiempo y los recursos de que disponen.

Las habilidades y estrategias metacognitivas deben enseñarse simultáneamente a la enseñanza de los contenidos de las diferentes materias escolares (Hartman y Sternberg, 1993), integradas en alguno de los métodos de interacción didáctica. Una parte de ellas se centran en el maestro y otras les corresponde desarrollarlas a los propios estudiantes, dependiendo de quién tenga la responsabilidad y el control de la actividad de aprender en cada momento de la situación de aprendizaje-enseñanza.

Las técnicas *centradas en el maestro* incluyen: preguntar, decir en voz alta lo que se hace al tiempo que se realiza, anticipar los pasos que se van a seguir, preguntarse por el valor y el interés de cada uno de ellos, justificar las decisiones que se toman, proporcionar diferentes ejemplos, analogías, gráficos, esquemas y justificar su valor procedimental para adquirir el conocimiento. En suma, modelar y justificar previamente el aprendizaje que queremos que realice el alumno después de forma individual.

Las habilidades y estrategias *centradas en el alumno* incluyen marcarse objetivos y planificar las tareas, hablarse a sí mismo a lo largo del aprendizaje para autopreguntarse y cuestionarse cada paso de la actividad de aprender, pensar en voz alta, detenerse a reflexionar y revisar lo realizado previamente, anticipar y prever etapas y resultados, evaluar resultados parciales y finales, preguntarse por qué las tareas se hacen bien o mal, a qué se puede deber, si está en manos del alumno proponer soluciones y cuáles.

Por último, destacar la importancia del estudio conjunto de los factores cognitivos-metacognitivos y motivacionales, que, como consecuencia, ha dado como resultado la aparición del nuevo constructo conocido como *aprendizaje autorregulado* (SRL: Self-Regulated Learning).

Puede considerarse autorreguladores a los alumnos en la medida en que son, *cognitiva-metacognitiva*, *motivacional* y *conductualmente,* promotores activos de sus propios procesos de aprendizaje (Zimmerman, 1990b; McCombs y Marzano, 1990).

Cognitiva-metacognitivamente, cuando son capaces de tomar decisiones que regulan la selección y uso de las diferentes formas de conocimiento: planificando, organizando, instruyendo, controlando y evaluando (Corno, 1986, 1989).

Motivacionalmente, cuando son capaces de tener gran autoeficacia, autoatribuciones y gran interés intrínseco en la tarea, destacando un extraordinario esfuerzo y persistencia durante el aprendizaje (Borkowski et al., 1990; Schunk, 1986).

Conductualmente, cuando son capaces de seleccionar, estructurar y crear entornos para optimizar el aprendizaje, buscando consejos, información y lugares donde puedan ver favorecido su aprendizaje (Wang y Peverly, 1986; Zimmerman y Martínez-Pons, 1986), autoinstruyéndose y autorreforzándose (Rohrkemper, 1989).

En suma, un aprendiz efectivo es aquel que llega a ser consciente de las relaciones funcionales entre sus patrones de pensamiento y de acción (estrategias) y los resultados socio-ambientales (Corno y Mandinach, 1983; Corno y Rohrkemper, 1985); es decir, cuando se siente agente de su comportamiento, estando automotivado, usando estrategias de aprendizaje para lograr resultados académicos deseados, autodirigiendo la efectividad de su aprendizaje, evaluándolo y retroalimentándolo.

3. Evaluación

Sin duda alguna, las habilidades cognitivas y metacognitivas suponen, quizás, los constructos más investigados en la psicología de la instrucción contemporánea; no obstante, tanto su delimitación conceptual como su evaluación y entrenamiento requieren un tratamiento metodológico empírico válido y fiable, que dé solidez a sus planteamientos.

Hay autores que restringen la cognición-metacognición a los procesos de los que las personas son o pueden ser conscientes y que se manifiestan a través de indicadores internos, introspectivos (Flavell, 1976, 1977; Flavell y Wellman,

1977); y otros, sin embargo, lo hacen a través de indicadores externos, indirectos, susceptibles de medida y cuantificación (Paris y Jacobs, 1984; Jacobs y Paris, 1987; Cross y Paris, 1988). En este sentido, unos u otros, intentan analizar la cognición-metacognición mediante la observación y la medida de los dos grandes aspectos que la definen: *autoconocimiento* y *proceso de control.*

Así pues, en general, el procedimiento metodológico más utilizado en la evaluación de la cognición-metacognición es el *informe verbal,* como forma de inferir los estados de conciencia de los individuos; aunque, es una herramienta que cuenta con numerosísimas críticas (Nisbet y Wilson, 1977) y que supone costosos esfuerzos para mejorar los procedimientos que permitan validar y fiabilizar los hallazgos obtenidos (Ericsson y Simon, 1980).

No obstante, podríamos distinguir dos grupos de técnicas diferenciadas al respecto: las primeras, serían aquellas donde los sujetos abordan de forma consciente sus propios estados mentales haciendo alusión a la descripción de los procesos que verbalizan -*think aluod* (Cavanaugh y Permlmutter, 1982), *entrevistas* (Brown, 1987) y *cuestionarios* (Pintrich y De Groot, 1990, «*Cuestionario de Estrategias Motivadas* -MSLQ-»)-, y, las segundas, considerando las respuestas verbales como resultado o producto de un proceso mental dado, actuando como indicadores de que determinados procesos se activan por parte del sujeto -*peer tutoring* (Garner, 1987), *pictorial techniques* (Díaz y Rodrigo, 1989), graphing subjective (Hall, Dansereau, O'Donnell, 1990), *cuestionario metacognitivo* «MQ» (Swanson, 1990), *judgments of knowing y feeling of knowing* (Nelson y Leonesio, 1990), etc.-.

Queda claro, pues, que la mayor parte de las técnicas, salvo las que utilizan dibujos o gráficos, se fundamentan en el informe verbal, como procedimiento para acceder a los estados y los procesos de control del conocimiento de los que los individuos son conscientes y que podemos inferir a partir de autovaloraciones personales (Pelegrina, Justicia y Cano, 1991).

No obstante, las verbalizaciones, como herramienta metodológica, han sido objeto de numerosos análisis (fiabilidad, influencia del experimentador, relaciones entre lo que el sujeto sabe y lo que en realidad hace, consideraciones sobre el estado evolutivo de los sujetos, etc.), poniendo de manifiesto algunas precauciones, como recomienda Garner (1987):

1º. Evitar preguntar sobre procesos automáticos, inaccesibles a la reflexión.

2º. Reducir el intervalo entre procesamiento e informe.

3º. Evitar el efecto de sesgo del experimentador utilizando preguntas indirectas.

4º. Utilizar diferentes métodos que no compartan las mismas fuentes de error para valorar el conocimiento y la utilización de las estrategias.

5º. Utilizar técnicas que reduzcan las demandas de verbalización, especialmente en los sujetos más jóvenes.

6º. Evitar escenarios hipotéticos y cuestiones muy generales.

7º. Valorar la consistencia de las respuestas de la entrevista a lo largo del tiempo para un grupo de sujetos.
8º. Valorar la validez de las preguntas para reducir las respuestas verbales a temas de interés.
Así, pues, la técnica del cuestionario, junto con la entrevista, tal vez sean, entre los procedimientos analizados, los más utilizados para medir la cognición-metacognición (Belmont y Borkoswski, 1988; Clements y Natassi, 1990; Meichenbaum, Burland, Gruson y Cameron, 1985; Pintrich y De Groot, 1990; Tobias, Hartman, Everson y Gourgey, 1991; Swanson, 1990). De ellos, aquí nos interesan particularmente el *Metacognitive Questionnaire, MQ,* de Swanson y el *Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ,* de Pintrich y De Groot.

4. Programas de intervención

En general, podríamos distinguir dos líneas de intervención: 1ª) La que alude exclusivamente al término cognición-metacognición, y 2ª) La referida a la conjunción cognición-metacognición y motivación.
Respecto a la *primera orientación*, programas de intervención exclusivos en cognición-metacognición, decir que son numerosos los trabajos que han demostrado el efecto favorable del entrenamiento en habilidades y estrategias cognitivas y metacognitivas en diferentes áreas del currículo: en lectura (Brown, Armbruster y Baker, 1985; Brown y Palincsar, 1987; Campione y Brown, 1990; Chipman, Segal y Glaser, 1985; Jacob y Paris, 1987; Sánchez, 1993); en escritura (Bereiter y Scardamalia, 1987; Castelló, 1995; Hayes y Flower, 1980; Higgins, Flower y Petraglia, 1992; Saunders, 1989); en el uso de gráficos y mapas (Moore, 1993; Schofield y Kirby, 1994); en física (Pirolli y Bielaczyc, 1989; Pirolli y Recker, 1994); en la solución de problemas (Borkowski, 1992; Chi et al., 1989; Bielaczyc, Pirolli y Brown, 1995; Klahr, 1985; Swanson, 1990), y, recientemente, la de Herrera y Ramírez Salguero (2001) sobre cognición-metacognición en contextos pluriculturales.
Estos trabajos, al mismo tiempo, han desarrollado diversos métodos de enseñanza para llevar a cabo el entrenamiento en cognición-metacognición. Dichos métodos tienen distinta fundamentación teórica y se basan en la *observación*, la *comparación* y la *reflexión* sobre el modo de ejecutar tareas hechas por otros (profesores o grupo de iguales) o sobre la propia ejecución de los estudiantes, concerniente a tareas relacionadas con el aprendizaje escolar.
Entre estos métodos, podemos citar: el role-playing; la discusión; el debate; el método de explicación o enseñanza directa (Duffy et al., 1986); el modelado y el método de andamia-je, derivado de los supuestos que inspiran el trabajo de Vygotsky (1978) (Collins, Brown y Newman, 1989); el método de entrenamiento cognitivo, basado en el diálogo, la explicación directa, el modelado (un ejemplo de este método lo tenemos en el programa ISL *-Informed Strategies for,Learning-* propuesto por Paris y colaboradores, 1984); el método de aprendi-

zaje cooperativo, entendido como una ayuda al aprendizaje cuando los alumnos realizan tareas en común (Slavin, 1991); o, el método de enseñanza recíproca, basado en la interacción del trabajo en situación de pareja (díada), en la que uno de los integrantes del par adopta el rol de líder (Palincsar y Brown, 1984).

Las propuestas, en general, se han dirigido al aumento de las estrategias de memoria, incidiendo en el problema de la generalización y mantenimiento de estrategias previamente entrenadas, o a fomentar la lectura comprensiva, utilizando técnicas de enseñanza informativa, metáforas, grupos de diálogo, prácticas dirigidas y aplicaciones, como el ISL de Paris et al. (1984).

Respecto a la *segunda orientación*, programas de intervención en metacognición y motivación conjuntamente (SRL), decir que también son numerosos los trabajos que han demostrado el efecto más favorable del entrenamiento en estrategias cognitivas y metacognitivas cuando se llevan a cabo conjuntamente con programas de desarrollo motivacional (Paris, Olson y Stevenson, 1983; Corno y Mandinach, 1983; Corno y Rohrkemper, 1985; Zimmerman y Martínez Pons, 1986; Dweck, 1986; Alonso, García y Montero, 1986; Castro, 1986; Pintrich y De Groot, 1990; Pokay y Blumenfeld, 1990; Wellman, 1990, 1995; Zimmerman, 1989, l 990; Valle y Núñez, 1989; McCombs y Marzano, 1990; Weiner (1990); González-Pienda, Núñez y Valle, 1991; Borkowski y Muthukrishna, 1992; Jussim y Eccles, 1992; Núñez, 1992; Navas et al., 1991, 1992; McCombs, 1993; Castejón, Navas y Sampascual, 1993; Pardo y Alonso, 1993; Cabanach, Núñez y García-Fuentes, 1994; Núñez y González-Pienda, 1994; Sampascual, Navas y Castejón, 1994; Rivière, Sarriá, Núñez y Rodrigo, 1994; Butler y Winne, 1995; Alonso, 1995, etc.).

De ellos es preciso destacar que, en general, han sido diseñados basándose en la modificabilidad de las atribuciones causales y de la cognición-metacognición, siendo sus máximos exponentes Schunk et al.(1992), recomendando dirigir la atribución del sujeto, en caso de fracaso, no a la falta de esfuerzo; sino, al uso inadecuado de las estrategias de resolución o al planteamiento incorrecto del problema, por las siguientes razones:

1º. Si el sujeto se esfuerza constantemente para obtener un resultado positivo y nunca lo consigue, no sólo acabará cansándose de intentarlo, sino que reducirá su autoconfianza, creyéndose incapaz de alcanzar el éxito, por más que lo intente.

2º. De persistir en la atribución del éxito al esfuerzo, el sujeto antes que esforzarse y darse cuenta de que no es capaz, preferirá disimular, mostrar un falso interés o esforzarse poco (confirmado por Covington, 1992).

3º. Por mucho que le digamos que no se esfuerza, si no se le muestra dónde ha fallado y cómo resolver el problema, nunca lo hará correctamente.

En caso de éxito, la atribución tampoco sería debida al esfuerzo, sino a la habilidad; dado que, según el grado de comprensión que tiene el niño de los con-

ceptos esfuerzo y habilidad, indicarle que ha aprobado porque se ha esforzado, es como sugerirle que tiene poca capacidad, ya que ha tenido que esforzarse para conseguirlo y, además, porque conduce a un crecimiento menor de sus expectativas futuras. En este sentido, sería conveniente seguir lo que Pardo y Alonso (1993:338) denominan los criterios rectores de intervención: Antes de la tarea, durante la tarea y después de la tarea.

Finalmente, es conveniente tener en cuenta también los conceptos y teorías, los sistemas de evaluación y programas de intervención más relevantes sobre *"aprender a pensar* y *pensar para aprender*", destacando las siguientes ideas:

1º. Respecto al *concepto*, recogiendo las opiniones de De Bono (1973), Feuerstein (1979), Gardner (1983) y Sternberg (1985), podríamos entenderlo como *conjunto de habilidades intelectuales relacionadas entre sí, que cambian o evolucionan con la edad, cuya operatividad debe partir del conocimiento de su potencialidad y capitalización, y de las propias debilidades, para compensar habilidades y debilidades*.

2º. En cuanto a las *teorías*, entre otras, destacar especialmente las aportaciones de De Bono (1973), sobre la aplicación del pensamiento *crítico*, *analítico* y *creativo*, junto con el conocimiento, a la solución de problemas (*operatividad: capacidad de hacer* «CoRT»*);* de Feuerstein (1979), sobre la mejora de la inteligencia, la reestructuración general de los procesos cognitivos y la mejora del potencial de aprendizaje a través de un correcto aprendizaje mediado (*Teoría de la Modificabilidad Estructural Cognitiva «*TMEC*»*); de Gardner (1983), sobre las inteligencias múltiples, proponiendo siete áreas, en principio, y después una más, relativamente autónomas de cognición humana o inteligencias: *lingüística*, *lógico-matemática*, *musical*, *espacial*, *corporal-cinestésica*, *interpersonal*, *intrapersonal y naturalista.* De manera que, solamente a través de la combinación de estas inteligencias, podremos explicar una serie relativamente completa de capacidades y estados extremos que figuran en todas las culturas humanas (*Teoría de las Inteligencias Múltiples*); y de Sternberg (1985), sobre la inteligencia como capacidad de autogobierno cognitivo que procura la adaptación al medio, inhibiendo la primera respuesta instintiva, redefiniéndola y eligiendo la mejor respuesta. Destacando en ella tres aspectos esenciales: *analítico*, *sintético* o creativo y *práctico*, que están representados en tres subsistemas: *componencial*, *experiencial* y *contextual* (*Teoría Triárquica de la Inteligencia*).

3º. Sobre los *instrumentos de evaluación*, decir que prácticamente todos van asociados a sus correspondientes teorías y programas de intervención. De entre ellos, destacar los propuestos por Feuerstein (1983), el Learning Potential Assessment Device «LPAD» (Evaluación Dinámica del Potencial de Aprendizaje), conjunto de estrategias de análisis de la inteligencia, cuya finalidad consiste en provocar una serie de interacciones entre examinador y examinado para valorar su potencial oculto o su capacidad para beneficiarse del aprendizaje, orientado al análisis de los procesos mediante los cuales los alumnos van razonando sus respuestas; por Gardner, cuya propuesta va unida al del Proyecto

Cero de Harvard (1988), que comenzó con la puesta en marcha de un programa y técnicas de valuación de la inteligencia, utilizando contextos más próximos a la vida real, tanto en educación preescolar como en primaria y secundaria «*SPECTRUM*» y «*PROPEL*»; por Sternberg (1993) con su *Sternberg Triarchic Abilities Test* «STAT», cuyo objetivo es medir de cuatro formas (a través de material verbal, cuantitativo, figurativo y de ensayos) los tres tipos de habilidades intelectuales (analítica, creativa y práctica); y la propuesta común de Sternberg y Gardner (1993), el *Practical Intelligence for Schools* «PIFS», programa para la evaluación y el desarrollo de la inteligencia práctica en las escuelas, cuya intención es utilizar el contenido de las materias escolares como trampolín para adquirir habilidades de aprendizaje, a través de la reflexión y el control de las propias técnicas de pensamiento, mientras trabajan en una materia curricular específica, armonizando y conjugando así sus respectivas posturas «Teoría de las Inteligencia Múltiples y Teoría Triárquica de la Inteligencia».

4º. Referente a los *programas de intervención*, destacar dos tipos de programas: los que se llevan a cabo a parte de currículo escolar, como una asignatura más, este es el caso de la propuesta de Feuerstein; y, los que se insertan en el curriculum, como los de Sternberg y Gardner.

La aportación de Feuerstein (1985), el *Instrumental Enrichment Program* «PEI», pretende desarrollar la capacidad humana modificándola a través de la exposición directa a los estímulos y a la experiencia proporcionada por el contacto directo con la vida, a través del aprendizaje formal e informal, destacando el papel especial del mediador.

La aportación de Gardner y Sternberg (1993),el *Practical Intelligence for Schools* «PIFS», organizado en términos del manejo intelectual de tres elementos: *sí mismo* (conocernos), *las tareas* (conocer y organizar nuestras tareas) y *los otros* (conocer y relacionarnos con los demás), supone una magnífica contribución para el autogobierno eficaz de las habilidades intelectuales.

Todo lo cual, a la hora de evaluar e intervenir en el "*aprender a pensar y pensar para aprender",* nos lleva a decantarnos por las aportaciones de Feuerstein (1985) y de Gardner y Sternberg (1993).

CAPÍTULO 12

Estrategias cognoscitivas: una perspectiva teórica

Lissete Pogglioli

Introducción

En este capítulo tenemos como propósito ofrecer información relacionada con algunos fundamentos teóricos indispensables para la comprensión de otros tantos conceptos referidos a cómo aprendemos, es decir, cuáles procesos realizamos y cuáles actividades llevamos a cabo cuando queremos procesar información para aprenderla y almacenarla en nuestra memoria. Si nosotros, como docentes, tenemos información clara y precisa acerca de los procesos involucrados en el aprendizaje humano, entonces tendremos herramientas que nos ayudarán a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y nuestra práctica educativa será más eficaz.

Es por estas razones que vamos a brindar al lector la oportunidad de familiarizarse con algunos conceptos como **aprendiz, aprendizaje, sistema de memoria, memoria sensorial, memoria a corto plazo, memoria a largo plazo, estrategias cognoscitivas, componentes del proceso de aprendizaje**, entre otros, los cuales vamos a definir bajo el enfoque de procesamiento de información, al cual nos referiremos más adelante. También señalaremos los enfoques que han predominado en el estudio sobre el aprendizaje humano en los últimos años para que, al analizar las diferentes perspectivas, puedas darte cuenta de las diferencias que hay entre ellas y las razones por las cuales nos acogemos al enfoque cognoscitivo.

Antecedentes

Durante muchos años, el estudio del aprendizaje humano estuvo dominado por el **enfoque asociacionista**. Este enfoque propone que el **aprendizaje es el resultado de asociaciones entre estímulos o entre estímulos y respuestas**, como lo concibió Thorndike (1931) con su teoría de las asociaciones, o del **establecimiento de patrones de**

reforzamiento propuesto por Skinner (1957) en su teoría sobre el condicionamiento operante,

Los planteamientos de Thorndike señalan que los seres humanos aprendemos o adquirimos nuevas asociaciones mediante un proceso denominado de **ensayo y error**, en el cual las asociaciones que son recompensadas se fortalecen ; mientras que aquéllas que son ignoradas o no reforzadas se debilitan y desaparecen gradualmente. Esta proposición, denominada ley del efecto, orientó durante varias décadas los estudios sobre el aprendizaje, los que tuvieron como propósito tratar de determinar cuáles asociaciones eran más fáciles de formar y cuáles más difíciles. Dicha propuesta tuvo implicaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que, partiendo de tales supuestos, los docentes podíamos organizar la práctica educativa en el aula, de manera tal que sólo se fortalecieran las asociaciones correctas y se debilitaran las incorrectas.

El enfoque asociacionista del aprendizaje y la enseñanza no ha desaparecido totalmente de algunas prácticas educativas ya que, por ejemplo, la instrucción asistida por computadora, en la cual se ejercitan algunas operaciones bajo esta modalidad de presentación y reforzamiento, particularmente en el área de la matemática, puede verse como una versión sofisticada de la teoría propuesta por Thorndike.

Skinner y otros psicólogos conductistas señalaron que una ciencia de la mente no era posible ya que los eventos y actividades mentales no pueden observarse. Este enfoque se basa en los siguientes supuestos:

1. **Los** aprendizajes **sólo son posibles en términos de conductas observables. Sólo aquellos comportamientos y ejecuciones que se pueden observar han sido aprendidos. Lo que no se puede observar, no ha sido aprendido.**
2. **Los** resultados del aprendizaje **son el** producto del establecimiento de patrones de refuerzo**. Si una respuesta es reforzada, se fortalece; si por el contrario, no es reforzada, tiende a desaparecer gradualmente.**
3. **Es el** ambiente **y no el aprendiz lo que determina el aprendizaje. Lo que aprendemos no está determinado por nosotros sino por los estímulos que nos llegan del ambiente.**
4. **Las respuestas incorrectas producen efectos negativos en el aprendizaje; por lo tanto, se deben evitar.**

5. **El aprendizaje sin error es posible a través del moldeamiento de la conducta deseada a través de la exhibición de la conducta correcta la cual se puede lograr mediante pequeños pasos o aproximaciones sucesivas a dicha conducta.**

Tales proposiciones hicieron que el énfasis del proceso enseñanza-aprendizaje se centrara en el docente y en los objetivos de aprendizaje como componentes del ambiente en el cual se desenvuelven los aprendices. En el docente, porque es quien presenta los contenidos a aprender y en los objetivos, porque son los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje los que establecen las conductas que se aspiran lograr, mediante un proceso de establecimiento de reforzamientos inmediatos, frecuentes y repetidos.

Estos supuestos llevaron a desarrollar una tecnología del proceso enseñanza-aprendizaje, en la cual se organiza la práctica educativa en secuencias cuidadosamente arregladas para que los individuos adquieran gradualmente conductas nuevas y complejas sin cometer errores en el transcurso de su adquisición. Tales principios fueron trasladados al aula de clase en la forma de la **instrucción programada**. Esta enseñanza se caracteriza por presentar una secuencia organizada de pequeños pasos y ofrecer una corrección inmediata para guiar a los aprendices, paso por paso, hasta lograr la habilidad para ejecutar una determinada tarea. De la misma manera, estos principios se aplicaron con el fin de desarrollar y mantener la conducta social deseada en el aula, aplicación conocida como "modificación de conducta".

Como ya hemos señalado, durante un largo período, casi toda la investigación sobre el aprendizaje se realizó bajo el enfoque asociacionista. La investigación tradicional realizada bajo esta corriente se centró principalmente en el aprendizaje animal por lo que los estudios se abocaron al análisis de formas de aprendizaje relativamente simples. En lo que se refiere a la investigación acerca del aprendizaje humano, los estudios utilizaban tareas que involucraban más memorización que comprensión. Aunque los psicólogos de la Gestalt, entre los años 1910 y 1930, debatieron ocasionalmente acerca del aprendizaje, su interés principal fue el estudio de la percepción y así, interpretaron el aprendizaje en función de principios perceptuales.

A partir de la década de los setenta, comenzó a desarrollarse un movimiento en psicología y educación, denominado **enfoque cognoscitivo**.

En el marco de este enfoque se han llevado a cabo numerosas investigaciones dirigidas a analizar y comprender cómo la información que recibimos, la procesamos y la estructuramos en nuestro sistema de memoria. En otras palabras, cómo aprendemos. Este enfoque ha modificado la concepción del aprendizaje ya que, en vez de concebirlo como un proceso pasivo y externo a nosotros, lo concibe como un proceso activo, que se da en nosotros y en el cual podemos influir. A diferencia de las propuestas de los enfoques asociacionistas, los resultados del aprendizaje no dependen de elementos externos presentes en el ambiente (docente, objetivos, contenidos) sino del tipo de información que recibimos o que se nos presenta y las actividades que realizamos para lograr que esa información sea almacenada en nuestra memoria. Los supuestos que sustentan el enfoque cognoscitivo en relación con el aprendizaje son los siguientes:

1. **El** aprendizaje **es un** proceso activo**, que ocurre en nuestras mentes, que está determinado por nosotros, y que consiste en** construir estructuras mentales **o modificar o transformar las ya existentes a partir de las actividades mentales que realizamos, basadas en la activación y el uso de nuestro conocimiento previo.**
2. **Los** resultados del aprendizaje dependen **del tipo de** información recibida **y de cómo la procesamos y la organizamos en nuestro sistema de memoria, no de elementos externos presentes en el ambiente (docente, objetivos, contenidos).**
3. **El** conocimiento está organizado **en bloques de estructuras mentales y procedimientos.**
4. **El** aprendiz **es concebido como un** organismo activo **que realiza un conjunto de operaciones mentales con el propósito de codificar la información que recibe y almacenarla en la memoria para luego recuperarla o evocarla cuando la necesita.**

Desde este punto de vista, el papel que tienen los procesos de transformación y organización de la información, que ocurren en nuestras mentes, ha cobrado mucha importancia y, en consecuencia, la atención de los investigadores se ha dirigido a analizar las actividades que realizamos para **aprender, retener y evocar**.

La mayoría de los estudios iniciales constituyeron esfuerzos por examinar el papel de los aprendices en la facilitación de su aprendizaje y el

énfasis se centró en el estudio de aquellas estrategias que sirven para recordar información (estrategias mnemotécnicas). Basados en el éxito de estas investigaciones iniciales, los estudios posteriores se dedicaron a analizar los procesos involucrados en este tipo de estrategia y a determinar su efectividad. Los tipos de ejecución utilizados en estos estudios incluyeron el aprendizaje de listas de pares asociados de palabras (perro-gato), listas de palabras aisladas y tareas de recuerdo libre; sin embargo, estas ejecuciones eran más típicas de situaciones de laboratorio que del aprendizaje que confrontamos los individuos en la vida diaria.

Aunque el interés del enfoque cognoscitivo por el aprendizaje se ha centrado, básicamente, en la manera cómo las personas adquirimos nuevos conocimientos y nuevas destrezas y en la forma cómo este conocimiento y estas habilidades se pueden modificar, casi todas las concepciones del aprendizaje han incluido - explícita o implícitamente - algunos criterios para su definición. Estos criterios resaltan 1) que hay un cambio en nuestra conducta o en nuestra habilidad para hacer algo, 2) que este cambio resulta de la práctica o de la experiencia y 3) que este cambio es perdurable (Shuell, 1986).

Estas características son comunes tanto a las concepciones asociacionistas como a las cognoscitivas; sin embargo, existen diferencias entre ellas que vale la pena destacar y que se presentan en el cuadoro 12.1.

En síntesis, se puede señalar que el enfoque cognoscitivo concibe el **aprendizaje** como el **proceso que modifica el sistema cognoscitivo humano con el fin de incrementar, de manera más o menos irreversible, su ejecución posterior en una o varias tareas**. Tal concepción del aprendizaje enfatiza la adquisición de conocimiento y la formación de estructuras cognoscitivas denominadas esquemas (Greeno, 1980). Tanto la concepción asociacionista como la cognoscitiva consideran que los factores ambientales, así como también otros factores intrínsecos al individuo, interactúan influyendo en el aprendizaje. Sin embargo, ambas perspectivas no están de acuerdo en cuál de los dos elementos de la relación aprendiz-ambiente es el más importante.

El enfoque asociacionista señala que se debe modificar el ambiente para influir sobre el aprendizaje como, por ejemplo, brindar refuerzo cuando se obtiene una respuesta correcta; mientras que el enfoque cognoscitivo señala que es necesario modificar el aprendiz, como por ejemplo, promover en el individuo el uso de estrategias de aprendizaje. También existen diferencias entre ambas posiciones en relación con qué se

aprende (conducta vs conocimiento estructurado) y cuáles son los factores que influyen en el proceso de aprendizaje (refuerzo vs habilidades) (Shuell, 1986).

Cuadro 12.1.
Comparación entre la teoría asociacionista y la teoría cognoscitiva del aprendizaje

Teoría asociacionista	Teoría cognoscitiva
El aprendiz es un ente pasivo y dependiente del ambiente.	El aprendiz es un ente activo y con dominio del ambiente.
El aprendizaje ocurre debido a las asociaciones entre estímulos o entre estímulos y respuestas.	El aprendizaje ocurre porque el aprendiz trata activamente de comprender el ambiente.
El conocimiento consiste en patrones de asociaciones que se han aprendido.	El conocimiento consiste en un cuerpo organizado de estructuras mentales y procedimientos.
El aprendizaje consiste en la adquisición de nuevas asociaciones.	El aprendizaje consiste en cambios en las estructuras mentales del aprendiz originados por las operaciones mentales que realiza.
El conocimiento previo influye en el nuevo aprendizaje básicamente mediante procesos como: la transferencia positiva y negativa, debido a la semejanza de estímulos entre asociaciones.	El aprendizaje se basa en la activación y el uso del conoci miento previo con el fin de comprender nuevas situaciones y modificar las estructuras de este conocimiento previo para interpretar nuevas situaciones.
La educación consiste en el arreglo de estímulos de manera que ocurran las asociaciones deseadas.	La educación consiste en permitir y promover la exploración mental activa de los ambientes complejos.

(Adaptada de Andre y Phye, 1986)

Del enfoque cognoscitivo

El interés principal del enfoque cognoscitivo se ha centrado en describir y analizar varios procesos, tales como la **percepción**, la **atención**, la **comprensión**, el **pensamiento**, la **representación del conocimiento**, la **memoria**, la **resolución de problemas**, entre otros, sustentados en el enfoque de procesamiento humano de la información el cual, en la actualidad, constituye la corriente central del pensamiento tanto en

psicología como en educación. El énfasis está localizado en el estudio de los procesos mentales y en el examen de las estructuras de conocimiento que se pueden deducir a partir de las diferentes y variadas formas del comportamiento humano.

Esta corriente del pensamiento ha tratado de explicar algunos aspectos que no fueron estudiados por los enfoques asociacionistas, como los efectos de las características del aprendiz en el aprendizaje, su papel como un organismo procesador, las formas de pensamiento de alto nivel, lo que procesa durante una situación de aprendizaje, las consecuencias que tienen ciertas formas de procesamiento y la manera cómo se miden los resultados del aprendizaje (DiVesta, 1989). En consecuencia, se puede afirmar que el enfoque cognoscitivo ha influenciado la teoría y la investigación sobre el aprendizaje humano de manera significativa ya que dicho enfoque:

1. Concibe el aprendizaje como un proceso activo y constructivo. Es activo porque cuando aprendemos, realizamos un conjunto de operaciones y de procedimientos mentales que nos permiten procesar la información que estamos recibiendo, y es constructivo, porque estos procesos, que llevamos a cabo, nos permiten construir significado que va a depender de la interacción entre la información que tenemos almacenada en nuestra memoria y la nueva que recibimos.
2. Enfatiza la presencia de procesos de alto nivel en el aprendizaje. Esto quiere decir que cuando queremos aprender una información, es necesario que llevemos a cabo procesos de alto nivel como, por ejemplo, la elaboración de inferencias o el establecimiento de relaciones entre la información que tenemos almacenada y la que recibimos ya que, de lo contrario, no habrá un aprendizaje significativo. Es posible que se de un aprendizaje basado en la memoria solamente, pero esta información se pierde gradualmente porque no pasa a formar parte de nuestras estructuras de conocimiento.
3. Señala que el aprendizaje es un proceso acumulativo en el cual el conocimiento previo tiene un papel fundamental. En otras palabras, el aprendizaje es un proceso que consiste en la acumulación de información la cual se va organizando en nuestras estructuras cognoscitivas o esquemas, de manera tal, que éstas se van enriqueciendo y estructurando hasta llegar a unos nive-

les de afinamiento que son característicos de los sujetos expertos.

4. Intenta determinar la forma o formas cómo el conocimiento se representa y se organiza en la memoria. Esto significa que, a partir de estudios realizados, se ha podido determinar que el conocimiento que adquirimos lo tenemos representado y organizado en nuestro sistema de memoria. Algunos dicen que la representación es en forma de imágenes, pero otros dicen que es en forma de proposiciones verbales o enunciados como, por ejemplo: Caracas es la capital de Venezuela. Algunos teóricos señalan que la organización es jerárquica, otros que es en forma de redes.
5. Analiza las tareas de aprendizaje y la ejecución de los individuos en términos de los procesos cognoscitivos involucrados. Es decir, que nuestro comportamiento y nuestra ejecución en tareas de aprendizaje han sido examinadas con el fin de poder describir cuáles son los procesos cognoscitivos que llevamos a cabo en diferentes tareas como, por ejemplo, en la resolución de un problema, en la comprensión de un material escrito, o en la evocación de una información, entre otras (Shuell, 1986).

El sistema de la memoria

Para comprender cómo aprendemos, es necesario saber cómo funciona nuestro **sistema de memoria**. En relación con la memoria, su naturaleza, su estructura, los procesos que involucra, etc., ha habido mucha discusión entre los teóricos cognoscitivos. A pesar de los numerosos estudios realizados, aún no se sabe cuál es la naturaleza exacta de la memoria; sin embargo, existen varios modelos basados en la estructura básica inicialmente propuesta por Atkinson y Shiffrin (1968) según los cuales la **memoria** es la **capacidad** que tenemos los seres humanos para **registrar, retener y recuperar información**.

Es decir, la información que recibimos, tenemos que guardarla en alguna parte ya que si no la almacenamos adecuadamente, no nos será posible recordarla posteriormente cuando la necesitemos. Por ejemplo, cuando estamos haciendo un trabajo en la computadora, es necesario que lo guardemos, ya sea en un disquette o en el disco duro, ya que si no lo guardamos, no lo podremos recuperar cuando queramos trabajar nuevamente con él o cuando queramos imprimirlo. Así como funciona

la computadora en relación con la información que procesa, de manera parecida funciona nuestro sistema cognoscitivo.

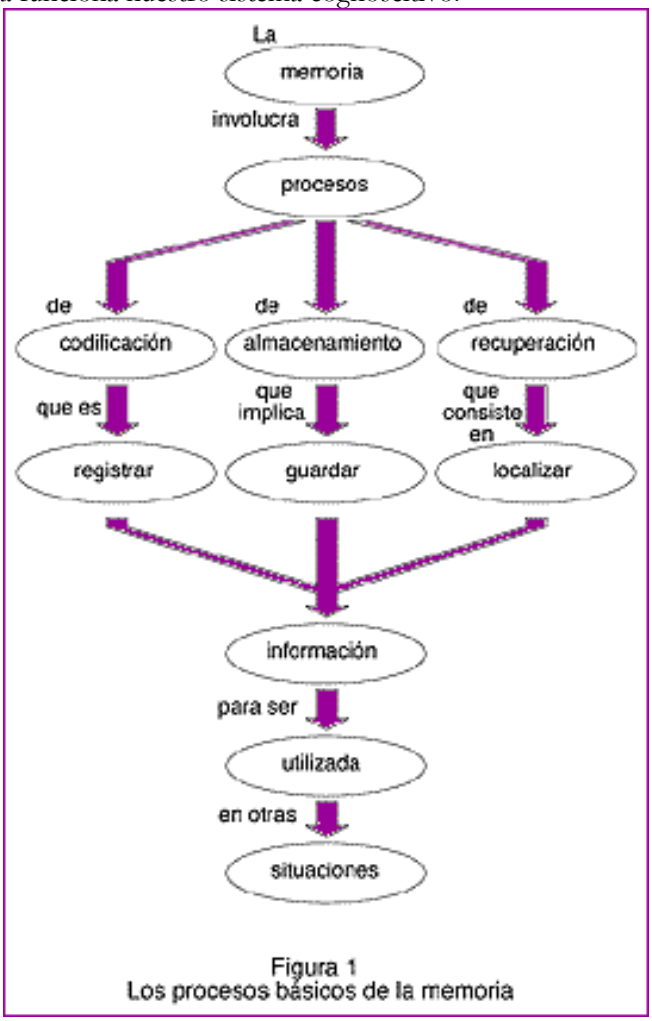


Figura 1
Los procesos básicos de la memoria

La **memoria** involucra algunos **procesos** que nos permiten registrar (**codificación**), retener (**almacenamiento**) y evocar (recuperación) la información. Cada uno de estos procesos es diferente y tiene también funciones diferentes. La **codificación** es el proceso mediante el cual registramos inicialmente la información, de manera tal que nuestro sistema de memoria la pueda utilizar. El hecho de que exista cierta in-

formación que no podamos evocar en un momento determinado puede deberse a dos razones: que nunca hayamos sido expuestos a esa información y, en consecuencia, es imposible que la hayamos podido registrar; o que dicha información no haya sido codificada inicialmente; es decir, no haya sido registrada de manera significativa y, por lo tanto, tampoco la podemos evocar.

Otro de los procesos del sistema de memoria es el **almacenamiento**. Este proceso consiste en guardar la información en la memoria y conservarla hasta que la necesitemos. Si la información no es almacenada, es obvio que no podrá ser evocada.

El último proceso es la **recuperación**. Este proceso nos permite localizar la información que tenemos almacenada en la memoria cuando queremos utilizarla. Sólo podremos evocar aquella información que ha sido codificada y almacenada. Por lo tanto, sólo si se dan los tres procesos, seremos capaces de recordar. La figura 1 representa los procesos básicos de la memoria.

Estructuras de la memoria

Aunque los procesos de codificación, almacenamiento y recuperación son necesarios para que la memoria funcione, no describen qué es lo que pasa con la información desde que llega a nuestros sentidos hasta que la guardamos en nuestro almacén. Algunos investigadores, que se han dedicado a estudiar el **sistema de la memoria**, sugieren que esta información pasa por diferentes **niveles de procesamiento** (Craik y Lockhart, 1972), mientras que otros señalan que existen **tres tipos de almacenamiento en la memoria** y que éstos varían en cuanto a sus funciones y al tiempo que retienen la información (Atkinson y Shiffrin, 1968). A continuación, vamos a revisar la proposición que señala que existen tres tipos de almacenamiento de la información para posteriormente hacer referencia a los niveles de procesamiento.

El modelo de Atkinson y Shiffrin

Este modelo sugiere que la **memoria** está conformada por varios tipos de memoria o, más precisamente, por **varios tipos de almacén**. Estos son: la **memoria sensorial (MS)**, la **memoria a corto plazo (MCP)** y la **memoria a largo plazo (MLP)**.

Memoria sensorial (MS)

La memoria sensorial (MS) es el **almacenamiento inicial** y momentáneo de la información que nos llega a través de los sentidos (vista, oído, tacto, gusto, olfato), denominados **registros sensoriales (RS**).

Por ejemplo, el sonido de un trueno, la visión de un relámpago o el pinchazo de un dedo con un alfiler constituyen estímulos de muy breve duración, pero que son capaces de proporcionarnos información que nos haga producir una respuesta como taparnos los oídos, cerrar los ojos o retirar el dedo rápidamente. Esta información se almacena inicialmente por un período muy breve en la memoria sensorial, se podría decir que por instantes.

Debido a que este tipo de memoria o de almacenamiento depende de los sentidos, involucra varios tipos de recuerdos sensoriales que se relacionan con una fuente diferente de información sensorial. En este sentido, existe la **memoria icónica**, que almacena la información que recibimos visualmente; la **memoria ecoica**, o almacenamiento de la información que recibimos a través del sentido del oído, así como también, memorias correspondientes a cada uno de los otros sentidos.

Como ya hemos dicho anteriormente, el tiempo de duración de la información almacenada en la memoria sensorial es muy breve -entre 1 y 4 segundos-, en consecuencia, si no procesamos esa información para pasarla a otro tipo de almacenamiento, se perderá para siempre.

Los planteamientos antes expresados tienen implicaciones obvias para el aprendizaje. Ya sabemos que la información que recibimos a través de los sentidos, pero fundamentalmente la vista y el oído, permanece por muy poco tiempo en nuestra memoria sensorial, por lo que es conveniente y necesario que tal información sea procesada de manera diferente para que pase al otro tipo de almacenamiento denominado memoria a corto plazo (MCP), donde también debe ser elaborada para que sea transferida al último almacén que es la memoria a largo plazo (MLP).

Memoria a corto plazo (MCP)

La **memoria a corto plazo (MCP)** es un tipo de memoria que almacena cantidades limitadas de información también por períodos breves. Si las unidades de información que se almacenan en este tipo de memoria no reciben un procesamiento cuando llegan a él, desaparecerán, aproximadamente, entre quince y veinticinco segundos. Un ejemplo simple puede ser un número de teléfono que buscamos en nuestra libreta y que mantenemos en la memoria para utilizarlo por tan sólo unos pocos segundos mientras hacemos la llamada y luego desaparece.

La memoria a corto plazo no sólo tiene limitaciones en cuanto al tiempo de duración del almacenamiento de la información (entre 15 y 25

segundos) sino que, además, tiene limitaciones en su capacidad. Es decir, sólo podemos almacenar en ella cierta cantidad de información y no más; es como si fuera una caja en la cual queremos guardar un objeto que no cabe porque el objeto es más grande que el espacio de la caja. Sin embargo, estudios realizados (Miller, 1956) han encontrado que la capacidad de almacenamiento de este tipo de memoria es, básicamente, de siete unidades de información, pero que puede variar entre cinco y nueve unidades. Inicialmente, se pensó que una unidad de información en la MCP era una sola letra o un solo dígito, pero se ha encontrado que existe un proceso de agrupación, el cual hace posible el almacenamiento de palabras o combinaciones de palabras que son familiares, como por ejemplo, OEA, ONU, ABC, TWA.

Cuando la MCP recibe la información proveniente de la memoria sensorial, este tipo de memoria se denomina **memoria primaria**, la cual almacena la información de manera transitoria. Sin embargo, existen otros procesos que tienen lugar en la MCP los cuales hacen pensar que ésta opera como una **memoria de trabajo** con varias funciones.

Funciones de la memoria a corto plazo

Una de las funciones de la MCP consiste en **comparar la información que recibimos** con la que tenemos almacenada en la memoria a largo plazo (MLP). En este caso, la información nueva la mantenemos en la MCP y, la que tenemos en la MLP, la recuperamos y la transferimos a la MCP, de manera tal, que podamos compararlas. Por ejemplo, vamos a suponer que tenemos almacenada información sobre "las rocas" referida solamente a su composición; es decir, a la combinación de materiales que las conforman; posteriormente, en un libro leemos otra información que se refiere a los procesos que ocurren en la Tierra y que originan diferentes tipos de rocas: ígneas, sedimentarias o metamórficas. Cuando esto sucede, la información recibida la mantenemos en la MCP, recuperamos de nuestra MLP la información sobre las rocas, las comparamos, y así nos damos cuenta de que la información nueva es otra, complementaria de la almacenada. Esto sucede en tan poco tiempo que no nos damos cuenta de todos los procesos que estamos realizando.

Otra función que este tipo de memoria realiza es **combinar o integrar el material a ser aprendido con un cuerpo organi-**

zado de conocimiento que tenemos almacenado en la MLP. Siguiendo con el ejemplo anterior, podemos decir que, de esta manera, la información recibida sobre los procesos formadores de rocas pasa a enriquecer nuestras estructuras de conocimiento. Ahora tenemos almacenado un bloque de conocimiento referido a "las rocas, su naturaleza y los procesos" que las originan.

Una tercera función, la más conocida, es la función de **ensayo o de práctica**. Este **proceso** interno de repetir o practicar el material recibido en la MCP **permite que las unidades de información** recién codificadas **sean mantenidas por períodos más largos** de veinte segundos, de no ser así, tales unidades de información se olvidarán. Continuando con el ejemplo sobre "las rocas", podemos decir que si nosotros no practicamos la información recibida sobre los procesos formadores de las rocas, tal información desaparecerá en un tiempo muy breve y, por lo tanto, dicha información no pasará a formar parte de nuestras estructuras de conocimiento.

Para poder almacenar la información en la MLP es necesario practicar. La **práctica es el proceso que permite la transferencia de la información de la MCP a la MLP mediante la repetició**n u otro tipo de estrategia más compleja. La práctica tiene dos objetivos: mantener viva la información en la MCP y transferir la información al último almacén de la memoria que es la MLP.

La transferencia de información que se realiza entre ambos tipos de almacén - MCP y MLP - parece que depende, en gran parte, del tipo de práctica que se lleve a cabo. Si solamente repetimos la información, una y otra vez, mantendremos la información en la MCP, pero no necesariamente ésta pasará a la MLP. La repetición, en este caso, es considerada como el proceso mediante el cual se renueva la información recibida de manera que la podamos codificar para su posterior almacenamiento en la MLP.

Por otra parte, si practicamos la información mediante un proceso denominado **ensayo elaborativo o práctica elaborativa**, es más probable que la información sea transferida a la MLP para su almacenamiento. Este tipo de práctica, más que un

proceso de mantenimiento de la información en la MCP, es un proceso que favorece la elaboración del material.

La práctica elaborativa ocurre cuando la información es organizada de alguna manera con el fin de hacerla significativa, ya sea relacionándola con otra información u organizándola de forma tal que sea más fácil almacenarla y, en consecuencia, recuperarla. Por ejemplo, vamos a suponer que deseamos que nuestros estudiantes se aprendan las 23 entidades federales de Venezuela y sus ciudades capitales. En este caso, la práctica elaborativa puede ser que ellos repitan o ensayen los nombres de las entidades federales y sus capitales pero **organizándolos** de diversas maneras :

1) por puntos cardinales; es decir, agrupando las entidades federales que se encuentran al norte del país, al sur, al este y al oeste; 2) por entidades cuyas ciudades capitales tienen nombre de santo: San Cristóbal, San Carlos, San Fernando, 3) por entidades cuyas denominaciones y capitales tienen el mismo nombre: Mérida, Trujillo, etc., 4) o simplemente darles libertad para que le impongan la organización que prefieran. Lo importante es saber que este tipo de práctica favorece el almacenamiento de la información en nuestra memoria, y , por lo tanto, debemos enseñar a nuestros estudiantes a practicar de esta manera para que su aprendizaje sea más eficiente.

Los materiales transferidos a la memoria de trabajo para ser elaborados pueden ser: 1) **eventos**, episodios circunscritos a dimensiones temporales y espaciales, 2) **unidades de información** nueva que podemos comparar con el material almacenado en la MLP y 3) **materiales previamente almacenados** en la MLP que podemos integrar o combinar con los materiales nuevos que llegan a la MCP.

Importancia de la memoria a corto plazo

La **memoria a corto plazo** se puede concebir como una de las etapas en la secuencia de procesamiento de información, en la cual el material recibido debe ser atendido por nosotros con el fin de trabajarlo mediante procesos de agrupamiento, ensayo o elaboración, para poderlo almacenar posteriormente en la MLP. La MCP, en su papel de memoria de trabajo, recibe material evocado de la MLP, lo compara con las nuevas unidades

de información, lo reconoce y lo combina o lo integra con el material recibido para poder así formar nuevas entidades de aprendizaje, las cuales pueden ser diferentes organizaciones del conocimiento, procedimientos, estrategias para resolver problemas, etc.

El hecho de que nuestra MCP tenga limitaciones, en cuanto al tiempo de almacenamiento de las unidades de información y al número de unidades que podemos almacenar, tiene implicaciones definitivas para el aprendizaje.

Ya sabemos que no es posible modificar la duración del tiempo de almacenamiento de nuestra MCP (15-25 segundos) mediante una intervención de aprendizaje; sin embargo, también sabemos que esta limitación puede ser superada si ensayamos o practicamos la información de manera significativa ya sea relacionándola con otra información u organizándola. Con respecto a la limitación del número de unidades de información, se ha encontrado que podemos incrementar la amplitud de nuestra memoria a través de la práctica. Los estudios realizados en esta área han encontrado que es posible incrementar la amplitud de la memoria de siete a doce unidades de información (Ericcson y Chase, 1982).

La limitación de la capacidad de la MCP es de particular importancia para el diseño de tareas de aprendizaje. Las instrucciones que damos a nuestros estudiantes para realizar alguna tarea como por ejemplo: "primero, observe el mapa en la parte superior de la página, coloree en azul los ríos y los lagos, en verde las áreas de sabana y llano y, finalmente, en marrón las montañas", deben evitar incluir tres o cuatro pasos simultáneos o indicar más de tres o cuatro estímulos a los cuales atender al mismo tiempo; de lo contrario, la capacidad de la MCP se desbordará. Si esto llega a suceder, es probable que los estudiantes: 1) tengan que escuchar o leer las instrucciones nuevamente o, 2) ejecuten las acciones en forma inadecuada porque le dedican demasiada atención al ensayo de las instrucciones.

Cuando tratamos de resolver un problema de cualquier tipo, la capacidad limitada de nuestra MCP para trabajar con varias tareas al mismo tiempo, restringe nuestra ejecución en la tarea. Estas limitaciones parecen ser obvias en la solución de pro-

blemas matemáticos, por lo que estrategias tales como el establecimiento de metas y submetas, hasta encontrar la solución, pueden contribuir a reducir las demandas del almacenamiento de la MCP. En tareas de lectura, por ejemplo, las limitaciones de la MCP parecen estar involucradas en la decodificación de las palabras, así como también en la comprensión de oraciones gramaticalmente complejas.

En consecuencia, al comunicar a nuestros estudiantes lo que queremos que realicen en función del seguimiento de instrucciones, el establecimiento de reglas o la comprensión de segmentos de textos, el diseño para una instrucción efectiva, debe tomar en cuenta las limitaciones de la capacidad de la MCP. De igual manera, este requerimiento debe extenderse a los materiales que utilizan la presentación de problemas como un instrumento de aprendizaje ya que, como sabemos, no podemos trabajar con más de cuatro unidades de información, pasos u operaciones al mismo tiempo. Si deseamos incrementar el número de las unidades de información a procesar, entonces, debemos ayudar a nuestros estudiantes a ensayarlas, elaborarlas o agruparlas, con el fin de evitar demandas excesivas en su memoria de trabajo.

Memoria a largo plazo (MLP)

La **memoria a largo plazo (MLP)** es el último almacén de nuestro sistema de memoria. En él guardamos la información recibida a través de los sentidos la cual, al ser elaborada en nuestra memoria a corto plazo, puede ser transferida a este tipo de memoria. La MLP es ilimitada, no sólo en cuanto al período de duración de la información en él, sino también en cuanto a su capacidad, es decir, la cantidad de unidades o grupos de información que podemos almacenar. En la MLP tenemos almacenados los conceptos y las asociaciones o relaciones que existen entre ellos. Los conceptos pueden ser objetos percibidos (por ejemplo, canario), rasgos de conceptos (por ejemplo, amarillo, rojo, cuadrado, redondo), relaciones entre conceptos (por ejemplo, arriba, debajo, delante) o conceptos de alto nivel (por ejemplo, familia, sabiduría, paz) (Poggioli, 1989).

Algunos teóricos del enfoque cognoscitivo señalan que los conceptos en la MLP parecen estar organizados en la forma de proposiciones (Anderson, 1980), las cuales son enunciados que poseen un sujeto y un

predicado (por ejemplo, "el canario es un ave"). De igual manera, señalan que los contenidos de la MLP son redes de proposiciones a las que continuamente les estamos añadiendo otras proposiciones nuevas conformando, de esta manera, configuraciones conceptuales a medida que adquirimos nuevos conceptos o grupos de conceptos.

Entre estos teóricos se encuentran Collins y Quillian (1969) quienes han propuesto que las redes de conceptos que tenemos almacenadas en la MLP están organizadas, jerárquicamente, en categorías. Por ejemplo: un concepto como "canario" está relacionado con la categoría "ave", la cual, a su vez, se relaciona con la categoría "animal" y con la categoría "ser viviente" .

Otra forma de organización para las redes de conceptos es la sugerida por Rips, Shoben y Smith (1973), la cual supone que los conceptos se definen y se diferencian de otros por un conjunto de rasgos característicos y definitorios; así, el concepto "canario" presenta los siguientes rasgos: tiene plumas, tiene pico, tiene alas, puede volar, etc., que lo hacen ser un miembro característico de la categoría "aves".

Independientemente de la forma cómo las redes conceptuales estén organizadas en la MLP, parece ser que entre ellas existen relaciones (Anderson, 1980). Cuando se nos presenta un concepto, este genera una activación que se expande o propaga a otros conceptos en la red con los cuales está asociado. Por ejemplo, si recibimos el concepto "canario", él activará otros que tenemos almacenados en nuestra MLP, como "ave", "animal", "ser viviente". Si por el contrario, recibimos otro concepto como "animal", es posible que los conceptos que se activen sean otros tales como "mamíferos", "aves", "reptiles", "peces", "anfibios". Lo que queremos que comprendas es que los conceptos almacenados en nuestra MLP están organizados de tal manera, que los que se asemejan se encuentran más cerca unos de otros y que cuando uno de ellos se activa, los otros conceptos que están asociados a él también se activan. Por lo tanto, es importante que ayudemos a nuestros estudiantes a activar esos conceptos que tienen almacenados, para que de esta manera las relaciones que queremos que establezcan, sean más fáciles de formar. Estas relaciones pueden ser internas, es decir, entre los conceptos activados y otro tipo de información que poseen en sus estructuras de conocimiento o relaciones externas o vinculaciones que pueden establecer entre la información almacenada en su MLP y la que están recibiendo.

Algunos teóricos cognoscitivos consideran que la **MLP tiene dos componentes: la memoria episódica y la memoria semántica** (Tulving, 1983). La **memoria episódica** se utiliza para almacenar los eventos de nuestra vida como personas, lo que hemos hecho y las experiencias que hemos tenido, relacionándolas con lugares y tiempos determinados. La **memoria semántica**, por su parte, almacena los conocimientos generales que tenemos acerca del mundo, como por ejemplo: Caracas es la capital de Venezuela, 2 + 2 = 4, o la Tierra es redonda. Los contenidos de estos dos sistemas pueden explicar la gran variedad de clases de cosas que conforman la MLP. Bower (1975) señala que en la MLP tenemos estructuras tales como: 1) modelos del mundo que nos rodea incluyendo representaciones correspondientes a imágenes de objetos y lugares, 2) conceptos de objetos, sus propiedades y las reglas que los relacionan, 3) creencias acerca de la gente, de nosotros mismos y destrezas de interacción social, 4) actitudes, valores y objetivos sociales, 5) destrezas motoras tales como nadar, manejar automóviles, patinar, etc., 6) destrezas de solución de problemas y 7) destrezas para comprender el lenguaje, la música y la pintura.

La figura 2 ilustra el flujo de información desde los registros sensoriales a la memoria a corto plazo y entre ésta y la memoria a largo plazo.

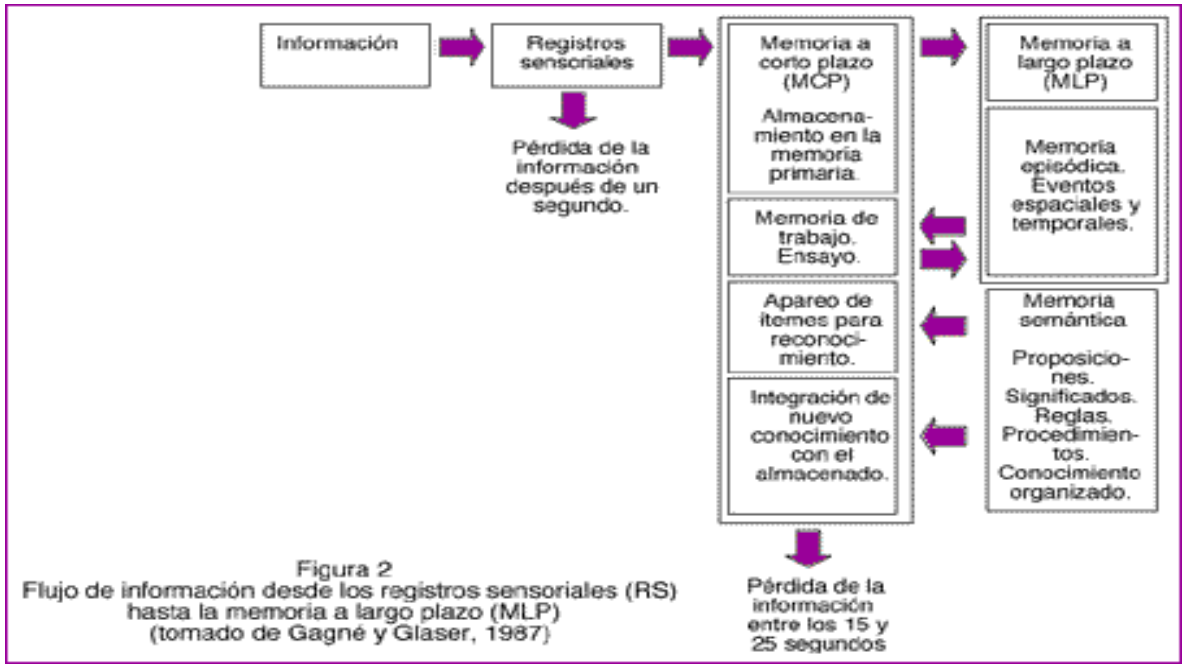

Información
Registros sensoriales
Pérdida de la información después de un segundo.
Memoria a corto plazo (MCP)
Almacena-miento en la memoria primaria.
Memoria de trabajo. Ensayo.
Apareo de ítemes para reconoci-miento.
Integración de nuevo conocimiento con el almacenado.
Pérdida de la información entre los 15 y 25 segundos
Memoria a largo plazo (MLP)
Memoria episódica. Eventos espaciales y temporales.
Memoria semántica
Proposicio-nes. Significados. Reglas. Procedimien-tos. Conocimiento organizado.

Figura 2
Flujo de información desde los registros sensoriales (RS) hasta la memoria a largo plazo (MLP)
(tomado de Gagné y Glaser, 1987)

Algunas distinciones entre las estructuras de la memoria a largo plazo

Gagné y Glaser (1987) señalan que los conceptos y sus relaciones están organizados en la MLP a manera de redes semánticas, pero que es necesario clasificarlas en varias formas de conocimiento si deseamos analizarlas en función del aprendizaje y la ejecución humana. Estos autores consideran que el listado de Bower, antes mencionado, es bastante comprehensivo, sin embargo, sugieren que hay otros tipos de conceptualización acerca del contenido de la MLP. Estas son las **imágenes**, la distinción entre conocimiento declarativo (saber qué) y **conocimiento procedimental** (saber cómo), los **esquemas** y las **habilidades cognitivas**.

- Las imágenes

Una variedad importante del contenido de la MLP lo constituye la imagen. Diversos estudios señalan que los seres humanos poseemos imágenes internas de objetos y eventos percibidos, aunque sus tipos e intensidades difieren ampliamente entre ellos. Es como si tuviésemos almacenados en nuestra MLP dibujos de objetos y eventos.

Aunque la imagen visual es quizás la más común en la mayoría de las personas, también existen imágenes auditivas, táctiles y de otros tipos. La investigación en esta área se ha centrado básicamente en dos cuestiones: 1) examinar si el almacenamiento del material aprendido en forma de imágenes promueve la retención del material almacenado en forma de proposiciones verbales y 2) cuál es la naturaleza de la representación de una imagen.

Hallazgos reportados en la literatura indican que el añadir imágenes a las proposiciones verbales almacenadas en la MLP, algunas veces, ayuda a la evocación de este material. Tal evidencia se ha encontrado, por ejemplo, en estudios realizados referidos al recuerdo de cuentos o historietas por parte de niños, de listas de palabras en lengua extranjera y al aprendizaje de textos (Tierney y Cunningham, 1984). Otros resultados sugieren que las imágenes pueden ser de gran utilidad para ayudar a mejorar la retención de individuos que tienen baja habilidad

verbal (Salomon, 1979). A pesar de que los resultados de las investigaciones son contradictorios, es evidente que el añadir imágenes a un material ayuda a procesarlo mejor. En consecuencia, es conveniente tomar en consideración estos planteamientos al momento de diseñar situaciones de aprendizaje y tratar de ilustrar con imágenes la información que queremos transmitir.

- El conocimiento declarativo (conceptos, hechos y principios) y el conocimiento procedimental (procedimientos)

  La distinción entre **conocimiento declarativo** (conocimiento verbal) y **conocimiento procedimental** (habilidad intelectual) ha tenido una influencia definitiva en la psicología cognoscitiva y en la investigación realizada bajo este marco teórico de referencia.

  El conocimiento declarativo se refiere al conocimiento que tenemos acerca de las cosas del mundo que nos rodea y se cree que está representado en la memoria como una red interrelacionada de hechos en forma de proposiciones, como por ejemplo: 4 x 2 = 8 ó, París es la capital de Francia. El conocimiento procedimental es el conocimiento acerca de cómo ejecutar acciones, como por ejemplo: resolver una operación de suma o de resta, nadar, montar bicicleta, etc. El conocimiento declarativo está representado como una red de proposiciones o enunciados de las relaciones entre hechos, conceptos y eventos, mientras que el conocimiento procedimental está representado como un sistema de producción; es decir, enunciados de las circunstancias bajo las cuales realizamos una acción o varias acciones, así como también, los detalles de lo que debemos hacer cuando esa acción es apropiada. Cada producción contiene una **condición** y una **acción**; en otras palabras, una producción es una regla, una unidad de conocimiento procedimental.

  Vamos a ilustrar con un ejemplo cómo aprendemos a resolver operaciones de suma de más de dos columnas. El docente o el texto comienza con enunciados que establecen hechos como: En las operaciones de suma, primero se suman los números de la columna de la derecha, luego se suman los números de la columna siguiente, y así sucesivamente.

Con la práctica y con ejemplos que provee ya sea el docente o el texto, estos enunciados se transforman en la habilidad para ejecutar la tarea. Según el modelo de Anderson (1980), la habilidad para llevar a cabo las acciones especificadas se puede representar bajo la forma de producciones (P), como se especifica a continuación:

P1. **Si** el objetivo es resolver una operación de suma, **entonces**, sume los números de la columna de la derecha.

P2. **Si** el objetivo es resolver una suma y la columna de la derecha ya ha sido sumada, **entonces**, sume los números de la siguiente columna.

Estas y otras producciones las recopilamos con la práctica y la experiencia en otras más generales que nos permiten resolver operaciones de suma de manera eficiente. A medida que encontramos operaciones de este tipo y nos familiarizamos con ellas, ocurre un proceso de generalización y así, desarrollamos reglas de producción que se hacen más amplias en su rango de aplicación.

Gagné (1985) ha planteado que los seres humanos adquirimos muchas reglas que conforman habilidades las cuales facilitan llevar a cabo operaciones simbólicas de diversos tipos: utilizar el lenguaje, resolver problemas matemáticos, componer y ejecutar música, interactuar con otras personas, etc. El conocimiento de estas reglas (conocimiento procedimental) implica una ejecución que es altamente precisa y predecible, mientras que el poseer conocimiento declarativo implica poder enunciar el significado de un conjunto de ideas y construir conocimiento en función de él.

Estos dos tipos de conocimiento, el declarativo y el procedimental, tienen implicaciones para la instrucción y el aprendizaje. Por ejemplo, el conocimiento previo, relevante al aprendizaje de una nueva regla, conforma un conjunto específico de conceptos y reglas prerrequisitos. Por ejemplo, el aprendizaje de las reglas para dividir implica el conocimiento previo de reglas prerrequisito relacionadas con las operaciones de suma, resta y multiplicación. Por su parte, el conocimiento previo (declarativo) para el aprendizaje de un nuevo conjunto de hechos es más abstracto y no necesariamente constituye un

prerrequisito del mismo. Los dos tipos de conocimiento, independientemente de la forma como estén representados, poseen diferentes características relativas a su aprendizaje, almacenamiento, recuerdo y transferencia (Gagné y Glaser, 1987).

- Los esquemas

  A comienzos de los años setenta, se realizaron varios estudios cuyos resultados indican que nuestro conocimiento previo y su activación durante los eventos de aprendizaje, tienen un papel fundamental en la adquisición de nuevo conocimiento.

  El conocimiento almacenado en nuestra MLP ha sido concebido como una estructura denominada **esquema**. El **esquema** ha sido definido como un **cuerpo abstracto de información organizada** que representa lo que uno piensa acerca del mundo (Schallert, 1982) y se refiere al formato de organización de una estructura de información que es modificable y que representa los conceptos genéricos que tenemos almacenados en la MLP.

  Los esquemas representan la información disponible acerca de las experiencias, las interrelaciones entre conceptos, objetos, situaciones, eventos y secuencias de eventos que normalmente ocurren en el mundo a nuestro alrededor. En tal sentido, los esquemas contienen información acerca de situaciones experimentadas con cierta frecuencia que utilizamos para interpretar nuevas situaciones (Rumelhart, 1981). Los esquemas los vamos formando o desarrollando a partir de nuestras experiencias y por acumulación de información.

  Los **esquemas contienen espacios** en los cuales podemos encajar la información recibida. Cuando llenamos estos espacios, podemos decir que el esquema se activa. Un **esquema** activado **puede**, entonces, guiarnos a **buscar información** para llenar los vacíos y construir una interpretación coherente y completa. Si no disponemos de información adicional, entonces podremos construir el esquema con las inferencias elaboradas a partir de la información que tengamos sobre la situación en particular (Glaser, 1987). Consideremos el siguiente ejemplo. En general, todos nosotros hemos ido alguna vez en nuestra vida a un restaurante; en tal sentido, podríamos decir que disponemos de un "esquema de restaurante" en nuestra MLP.

Cuando vamos a un restaurante, sabemos qué hacer y qué esperar, es decir, podemos predecir lo que va a ocurrir: esperamos que nos conduzcan a la mesa, nos pregunten si deseamos tomar algo, luego nos traen el menú, haremos el pedido, nos traen los platos que pedimos, comemos, nos traen la carta para pedir los postres, nos preguntan si deseamos tomar café, finalmente, pedimos la cuenta, pagamos y nos vamos del restaurante. Sin embargo, si nosotros visitamos un restaurante de comida rápida, del tipo autoservicio, nos damos cuenta de que ese esquema tradicional que tenemos de restaurante no encaja en esta nueva situación, como tampoco encajaría una visita a un McDonald's o a un Burger King, ya que esta es una situación completamente diferente a las dos anteriores. ¿Qué sucede entonces y qué es lo que nos permite comportarnos de manera diferente en estos tres tipos de situaciones? La respuesta es el esquema. Poseemos un esquema genérico de restaurante y a medida que tenemos diferentes tipos de experiencias con diversos tipos de restaurantes, encajamos esa información en el esquema genérico y construimos sub-esquemas que nos permiten actuar diferencialmente en cada situación en particular. Para nosotros sería sumamente confuso ir a un McDonald's, por ejemplo, y encontrar en la puerta un mesonero que nos conduzca a una mesa y que nos traiga un menú para que hagamos el pedido ya que tal situación no encaja en el esquema que tenemos del restaurante del tipo McDonald's.

Así como los esquemas son fundamentales para la comprensión de hechos y de situaciones, también son muy importantes para la adquisición de nuevo conocimiento. Los esquemas relevantes nos ayudan a comprender y a recordar textos, proveen las bases y las estructuras para la comprensión y permiten predecir y clasificar nuevas experiencias, en síntesis, son fundamentales para la comprensión y el aprendizaje. Si nosotros no hemos tenido experiencia alguna o si hemos tenido experiencias limitadas con relación a un tema o tópico en particular, no dispondremos de esquemas o los que tenemos serán insuficientes para poder evocar un contenido determinado, por lo que nuestra comprensión será muy difícil por no decir imposible. Tal situación puede ser ilustrada con el siguiente

ejemplo.

Lea el siguiente texto:

Si tuviéramos la oportunidad de observar un volcán en erupción, obtendríamos evidencia directa de la existencia de un material rocoso fundido que surge del interior de la Tierra. Este material fundido se denomina magma y cuando se solidifica, al entrar en contacto con el aire de la atmósfera, el producto resultante es una roca ígnea. Por lo tanto, las rocas ígneas son aquellas rocas que se forman a partir de la consolidación del magma por lo que también reciben el nombre de rocas eruptivas o rocas magmáticas.

Si poseemos información relativa a las rocas y a sus procesos de formación, o hemos visto alguna película en la cual hayamos tenido la experiencia de observar un volcán en erupción o leído en algún libro información relacionada con este tópico en particular, tendremos esquemas que nos van a permitir comprender la información contenida en el texto anterior. Si por el contrario, nunca hemos tenido la experiencia de observar un volcán en erupción, así sea en películas o en fotos, o no hemos leído o escuchado información sobre las rocas y sus procesos de formación, será muy difícil que entendamos la información presentada en el texto anterior, porque no tendremos esquemas que nos permitan comprenderla.

La **noción de esquema**, como un **formato de organización** de la información en la MLP, constituye parte del marco de referencia conceptual bajo el cual se están desarrollando en la actualidad innumerables estudios, tanto en psicología como en educación. En este sentido, se han realizado investigaciones para examinar los efectos de los esquemas en la comprensión de la lectura, en el almacenamiento y el recuerdo del contenido de un texto cuando se le comunica al lector la perspectiva que debe asumir en relación con la información que va a leer, las diferencias individuales y su relación con contextos implícitos que afectan diferencialmente la reconstrucción de representaciones de eventos, las expectativas del aprendiz acerca de eventos y su recuerdo, la organización general de los cuentos o historietas y su efecto sobre la comprensión y el papel de los esquemas en la solución de problemas (Gagné y Glaser, 1987).

- Las habilidades cognoscitivas

Las concepciones actuales sobre la memoria y el aprendizaje suponen que las personas aprenden **habilidades**. Gagné y Glaser (1987) han planteado que los seres humanos no aprendemos respuestas sino la habilidad para producirlas y, en particular, clases de respuestas; no adquirimos ejecuciones sino la habilidad para demostrar ciertas clases de ejecuciones, tampoco aprendemos hábitos básicos simples, ya que ello supone una concepción muy limitada del rango y de la capacidad de generalización de las ejecuciones humanas. Lo que las personas almacenamos y evocamos en nuestra MLP son habilidades.

Podría decirse que las habilidades humanas constituyen los resultados del aprendizaje y, además, del conocimiento declarativo (información verbal) y el conocimiento procedimental (destrezas intelectuales) como contenidos de nuestra MLP, existen también otros contenidos como son las habilidades, las estrategias cognoscitivas, las destrezas motoras y las actitudes. Las dos últimas han sido consideradas, por mucho tiempo, productos del aprendizaje, sin embargo, las estrategias cognoscitivas han comenzado a examinarse más recientemente, considerándose que constituyen habilidades que permiten el control interno de otros procesos involucrados en el aprendizaje, el recuerdo y el pensamiento incluyendo los procesos de control sugeridos por Atkinson y Shiffrin (1968) en su modelo sobre la memoria.

En síntesis, podría señalarse que los contenidos de la MLP son variados y diferentes y entre ellos podemos mencionar las imágenes, el conocimiento declarativo y el procedimental, los esquemas y las habilidades cognoscitivas. Como ya se ha señalado a lo largo de este trabajo, todos estos contenidos de la MLP tienen implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje, en consecuencia, es conveniente tomarlos en consideración en el momento de planificar el desarrollo de la actividad pedagógica en las aulas de clase.

Implicaciones de la memoria a largo plazo para el aprendizaje

Cuando una unidad de información llega a la MLP para su almacenamiento, podemos decir que esa información ha sido aprendida. Esto significa que los procesos de registro y almacenamiento sensorial, de almacenamiento en la MCP y de codificación semántica han operado

sobre el material que está siendo almacenado en la MLP ya sea en forma de proposiciones o en forma de imágenes.

Cualquiera que sea la forma que el material aprendido adquiera en la MLP, éste se traduce en cinco categorías de habilidades: 1) conocimiento declarativo, 2) conocimiento procedimental, 3) estrategias cognoscitivas, 4) destrezas motoras y 5) actitudes (Gagné, 1984).

Aunque el almacenamiento en la MLP pudiéramos constituirlo en una definición de aprendizaje, existen otros cambios que pueden ocurrir con un procesamiento posterior, los cuales pueden concebirse como etapas avanzadas del aprendizaje. Por ejemplo, la fase de compilación del conocimiento ha sido considerada como una fase profunda y compleja en la cual se almacena un procedimiento. La práctica de estas reglas nos conducen a la adquisición de cierta velocidad en el uso de las reglas, lo que luego nos permite alcanzar un cierto nivel de automatización. Si recordamos el ejemplo sobre cómo realizamos las operaciones de suma con dos columnas, observaremos que, una vez adquirido el procedimiento, este tipo de operación se hace automática y la podemos realizar con cierta velocidad.

En relación con el conocimiento declarativo, también se han descrito otros cambios que reflejan etapas más avanzadas del aprendizaje. Supuestamente, después que codificamos unidades de conocimiento declarativo, la práctica contribuye a que fortalezcamos no sólo las unidades de información, sino las relaciones entre ellos, incrementando, de esta manera, el tamaño de la amplitud de las proposiciones relacionadas (Anderson, 1980).

Otros tipos de cambios avanzados en el material inicialmente adquirido, se refieren a la organización del conocimiento almacenado. Rumelhart y Norman (1978) señalan que esta organización la llevamos a cabo mediante tres procesos: 1) acumulación, mediante el cual adquirimos nueva información 2) reestructuración, nos permite la creación de nuevos esquemas y 3) ajuste o afinamiento, nos permite la modificación gradual y el refinamiento de un esquema como resultado de su utilización en diferentes situaciones.

Todas estas ideas y planteamientos acerca del aprendizaje implican que la instrucción debe diseñarse de tal manera que permita la codificación inicial del material a ser aprendido para su posterior almacenamiento en la MLP. Igualmente, debe facilitar otros tipos de cambios que superen esos estados iniciales. La instrucción debe ofrecer oportunidades para

que el conocimiento procedimental sea practicado, de manera que las reglas se combinen, adquieran velocidad y se hagan automáticas, ya que cuando se logra su automatización, al aprendiz le queda más capacidad en su MCP para atender a otras actividades. También la instrucción debe facilitar el logro de cambios en el conocimiento organizado incluyendo el afinamiento de los esquemas previos y la formación de nuevos esquemas (Gagné y Glaser, 1987).

Niveles de procesamiento : una concepcion alternativa al sistema de memoria

En 1972, Craik y Lockhart propusieron una alternativa al modelo multialmacén de Atkinson y Shiffrin (1968) ya que consideraron que si bien tal modelo se había preocupado por estudiar la capacidad de la memoria y los formatos de codificación de la información, no había prestado suficiente atención a cómo se procesa tal información y cuáles pudieran ser las posibles etapas del procesamiento.

En su modelo alternativo, estos autores enfatizan las operaciones de codificación (registro) como determinantes de la permanencia relativa de lo almacenado, partiendo del supuesto que la **memoria** es un **sistema unitario con diversos niveles de procesamiento: estructural, fonológico y semántico** que ocurren de manera continua desde los niveles de senso-percepción y reconocimiento de patrones hasta los niveles de atribución de significado. En este modelo se concibe la **memoria** más como un **proceso activo** y menos como un almacén de información. Esta propuesta, denominada **teoría de los niveles de procesamiento**, enfatiza el grado en el cual analizamos la información nueva y señala que la cantidad de procesamiento de la información que se produce cuando nos encontramos con ese material, es de vital importancia para determinar qué cantidad de información vamos a recordar.

El **nivel superficial de procesamiento** se orienta hacia el procesamiento de las características sensoriales y físicas de la información: ¿qué aspecto tiene una letra, o un número o una palabra? Es decir, este tipo de procesamiento se refiere, básicamente, a características relacionadas con la **estructura de la información**. Por ejemplo, si leemos la palabra "flor", sólo vamos a prestar atención a las formas de las letras.

En el **nivel intermedio de procesamiento**, atendemos principalmente a los **rasgos de carácter fonológico**; añadiéndole sonido a las letras,

traducimos las letras en unidades significativas y las consideramos en el contexto de las palabras.

En el nivel de **procesamiento profundo**, denominado también **procesamiento de rasgos semánticos**, analizamos la palabra en función de su significado ubicándola en un contexto más amplio, pudiendo derivar asociaciones entre su significado y otros que tengamos almacenados. Por ejemplo, podemos pensar en distintos tipos de flor, podemos imaginarlas o relacionarlas con eventos en los cuales es usual recibir o enviar flores, etc.

La **teoría de los niveles de procesamiento** o de **profundidad de procesamiento**, como también se le ha denominado, parte de un conjunto de supuestos los cuales se resumen a continuación:

- Lo importante no es dónde procesamos la información (MCP, MLP) sino la cantidad de procesamiento que esta información recibe.
- El procesamiento de la información es un continuo que va desde un procesamiento superficial, pasando por uno intermedio hasta llegar al más profundo, de carácter semántico, de construcción de significado.
- La persistencia de la información que almacenamos en nuestra memoria está en función de la profundidad del análisis. En consecuencia, los niveles de análisis más profundos permiten que dicha información sea más elaborada, más fuerte y más perdurable.
- A mayor grado de análisis semántico, mayor profundidad de procesamiento.
- La sola repetición o práctica de la información no garantiza que ésta sea transferida a la MLP.Craik y Lockhart distinguen dos tipos de práctica: de mantenimiento y elaborativa. La primera es superficial y nos permite mantener la información en la MCP. La segunda nos permite establecer vinculaciones entre la información que recibimos con la que ya tenemos en nuestra MLP.

Aunque la distinción entre ambos modelos es importante desde una perspectiva teórica-psicológica, desde el punto de vista educacional, los dos generan predicciones similares en relación con las actividades que podemos realizar cuando queremos adquirir, recuperar y recordar información de manera efectiva. Ambos modelos señalan que las activi-

dades realizadas para codificar y elaborar la información presentada influyen sobre el recuerdo. De igual manera, ambos modelos argumentan que el incremento en el grado hasta el cual procesamos una información, la relacionamos con la ya almacenada y la elaboramos, conduce a un incremento en el aprendizaje y la retención. Las actividades educativas que promueven el procesamiento elaborativo y semántico de la información facilitan el aprendizaje y la retención.

Como se puede observar, ambas propuestas tienen implicaciones claras para el aprendizaje. El modelo de Atkinson y Shiffrin señala que el sistema de la memoria es un multialmacén conformado por tres tipos diferentes de almacenamiento: memoria sensorial, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. Por su parte, el modelo de los niveles de procesamiento de Craik y Lockhart, se refiere más al tipo de procesamiento que ocurre desde que recibimos información de los estímulos (internos o externos) hasta que se almacena en la memoria a largo plazo (MLP).

El aprendizaje de ejecuciones complejas

Hasta ahora, nos hemos referido al aprendizaje y a los procesos de aprendizaje relativos a la adquisición de información relativamente simple que nos permite funcionar en nuestra vida cotidiana. A continuación, vamos a hacer referencia al aprendizaje que facilita nuestra ejecución en actividades mentales más complejas como las involucradas en el uso de estrategias cognoscitivas para la adquisición de conocimiento, el recuerdo de información, la solución de problemas y los procesos de autorregulación.

ESTRATEGIAS COGNOSCITIVAS

Una característica fundamental de la corriente del pensamiento tanto a nivel teórico como de investigación sobre el aprendizaje es la noción de que entre los recursos de los que disponemos los seres humanos existen procesos que influyen en otros, tales como: atender, comprender, aprender, recordar y pensar. Estas actividades constituyen las denominadas estrategias cognoscitivas, las cuales han sido definidas de diferentes formas, algunas de las cuales presentamos a continuación.

	Las estrategias cognoscitivas son un conjunto de operaciones y procedimientos que el estudiante puede utilizar para adquirir, retener y evocar diferentes tipos de conocimiento y de ejecución (Rigney, 1978, p.165).

	Las estrategias cognoscitivas constituyen un plan general que se formula para determinar cómo se puede lograr un conjunto de objetivos instruccionales antes de enfrentarse a la tarea de aprendizaje (Snowman, 1986, p.244).
	Las estrategias cognoscitivas son los procesos de dominio general para el control del funcionamiento de las actividades mentales . . . críticos en la adquisición y utilización de información específica . . . y que interactúan estrechamente con el contenido del aprendizaje (Chadwick, 1988, p.3).
	Las estrategias cognoscitivas son actividades que un aprendiz utiliza con el fin de influir la manera cómo procesa la información que recibe (Mayer, 1988, p.11).
	Las estrategias cognoscitivas son todas las actividades y operaciones mentales en las cuales se involucra el aprendiz durante el proceso de aprendizaje y que tienen por objeto influir el proceso de codificación de la información (Weinstein y Mayer, 1985, p.315).
	Las estrategias cognoscitivas son actividades mentales, no siempre conscientes, que realiza el lector para manipular y transformar la manera cómo está presentada la información en el texto escrito, con el propósito de hacerla más significativa ... permiten procesar la información, resolver problemas de procesamiento y autorregular el procesamiento (Morles, 1991, p.261-262).
	Las estrategias cognoscitivas son el conjunto de procedimientos que se instrumentan y se llevan a cabo para lograr algún objetivo. Aplicado al aprendizaje es la secuencia de procedimientos que se aplican para lograr aprender (Mayor, Suengas y González, 1993, p.29).
	Las estrategias hacen referencia a operaciones o actividades mentales que facilitan y desarrollan diversos procesos de aprendizaje escolar. A través de las estrategias podemos procesar, organizar, retener y recuperar el material informativo que tenemos que aprender, a la vez que planificamos, regulamos y evaluamos esos mismos procesos en función del objetivo previamente trazado o exigido por las demandas de la tarea

(Beltrán, 1993, p. 50).

En estudios realizados en años recientes, se ha encontrado que las estrategias cognoscitivas influyen en las actividades de procesamiento de información. Cuando adquirimos estrategias cognoscitivas, se puede decir que hemos adquirido procedimientos que nos permiten **aprender a aprender**. En la medida que adquiramos tales estrategias y las almacenemos en nuestro sistema de memoria como habilidades cognoscitivas, podremos decir que tenemos herramientas que pueden contribuir en forma determinante a que exhibamos ejecuciones inteligentes.

Existen diferentes tipos de estrategias cognoscitivas, sin embargo, a continuación nos referiremos a las estrategias relacionadas con actividades como aprender, recordar, resolver problemas y auto-regularse. Posteriormente, incluiremos una clasificación de las estrategias cognoscitivas.

Estrategias para aprender

Las estrategias cognoscitivas las podemos utilizar con éxito para controlar y modificar la información que recibimos. Por ejemplo, las estrategias que desarrollamos para atender a segmentos de información incluidos en textos pueden ser sugeridas por medio de preguntas anexas (preguntas relacionadas con unidades de información que encontramos en un texto a medida que leemos y que debemos responder) o por medio de enunciados en forma de objetivos. También podemos aprender a resumir, a evaluar nuestra comprensión o a elaborar hipótesis con el propósito de guiar nuestra comprensión.

Cuando las características del material a ser aprendido se enfatizan o se resaltan por medio del subrayado o de cualquier otra ayuda tipográfica, éstas nos pueden sugerir estrategias para reconocer la organización subyacente al mismo o para que atendamos a información relevante contenida en él. También nos pueden sugerir estrategias para codificar información a ser aprendida, ya sea mediante instrucciones verbales, por ejemplo, "haga un diagrama", o por algún otro tipo de organización que se le imponga al material, como puede ser un esquema o un mapa de conceptos.

Igualmente, podemos utilizar alguna variación en la tipografía de un texto para organizar el material de aprendizaje, como crear una estructura organizada de manera semántica para facilitar su comprensión y retención, o incluir un resumen del texto para incrementar la retención de la información presentada. Otra forma de influir en la codificación

de la información es a través del uso de estrategias de elaboración ya sea verbal o imaginaria.

Estrategias para recordar

Los **procesos de adquisición, de retención y de evocación** no son procesos separados y sucesivos, sino más bien, ocurren en forma paralela y simultánea. Mientras adquirimos un conocimiento, podemos retener otro o evocar otro. Para cada uno de estos procesos existen estrategias cognoscitivas que nos permiten llevarlos a cabo.

Estrategias de adquisición

Las **estrategias de adquisición** son aquellas que nos **permiten construir estructuras de conocimiento** o esquemas referidos a un dominio, a un tema o a un tópico en particular. Estas estrategias nos ayudan a :1) **atender** la información, 2) **seleccionar y organizar** la información que consideremos relevante y que está contenida en el material que estamos recibiendo y 3) **codificar** la información mediante operaciones que la transformen para que podamos almacenarla en nuestro sistema de memoria.

Estrategias de retención

Las **estrategias de retención** son aquellas que mejoran o **incrementan la retención de la información** almacenada en nuestra memoria a largo plazo (MLP). Su objetivo es evitar la interferencia y las condiciones disruptivas y refrescar lo almacenado mediante actividades de repaso o de re-aprendizaje.

Estrategias de evocación

Las **estrategias de evocación** son aquéllas que nos permiten **recuperar el material que tenemos almacenado en nuestra memoria a largo plazo (MLP)**, con el fin de traerlo nuevamente a la memoria a corto plazo (MCP) para aparearlo, combinarlo o integrarlo con la información nueva. Con frecuencia la evocación se requiere durante la fase de adquisición. Durante esta fase, la evocación exige menos procesamiento porque como la información ha sido almacenada recientemente está disponible. Esto no ocurre cuando los intervalos de tiempo entre la adquisición y la evocación son más largos y, en consecuencia, necesitamos mayor capacidad de procesamiento porque como la información no está disponible, debemos reconstruir el conocimiento o reestructurar su organización. La evocación du-

rante la fase de adquisición se utiliza para obtener información almacenada en la memoria a largo plazo (MLP). Una estrategia básica de evocación durante la adquisición puede ser el recuerdo dirigido, mientras que reaprender puede ser la estrategia más útil cuando se quiere evocar información una vez que ha habido un olvido sustantivo.

Estrategias para la solucion de problemas

Al analizar las actividades que llevamos a cabo cuando queremos resolver problemas, surge la presencia del uso de estrategias cognoscitivas. Ya sea en problemas de ciencia, de matemática o de naturaleza social, los seres humanos utilizamos estrategias en las cuales el contenido está, en cierta forma, relacionado con la naturaleza del problema. Podemos utilizar diferentes estrategias para realizar operaciones matemáticas, probar teoremas en geometría, resolver problemas de física o química o simplemente resolver problemas de otra índole. En la publicación "Estrategias para la resolución de problemas" nos referiremos a este tópico con mayor profundidad.

Estrategias para la autorregulacion

Los procesos de auto-regulación constituyen actividades mentales que realizamos para la planificación y el establecimiento de metas y submetas con el fin de guiar y comprobar nuestros procesos, ya sean éstos de memoria, de comprensión, de aprendizaje, de resolución de problemas, de comunicación, etc. Estos procesos se incluyen bajo la denominación genérica de metacognición (Flavell, 1981). Son procesos de alto nivel, denominados también procesos ejecutivos, e involucran dos tipos de actividades: 1) el estar consciente de lo que sabemos o no acerca del material que debemos aprender y de los procesos involucrados en su adquisición y 2) la regulación de las actividades que debemos realizar para que el aprendizaje sea exitoso (planificar, establecer las demandas de la tarea de aprendizaje, atender a la naturaleza de los materiales, monitorear o revisar constantemente el proceso de aprendizaje, evaluar la comprensión, etc.

Los componentes del proceso de aprendizaje

Mayer (1988) en su modelo de aprendizaje señala que las estrategias cognoscitivas están relacionadas con los **componentes del aprendizaje** los cuales son: 1) la **instrucción**, 2) los **procesos del aprendizaje**, 3) los **resultados del aprendizaje** y 4) la **ejecución**.

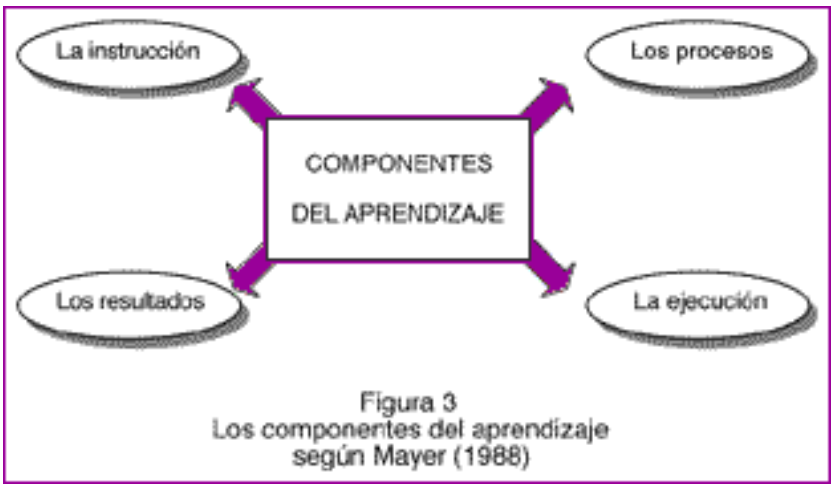


Figura 3
Los componentes del aprendizaje
según Mayer (1988)

La instrucción

La **instrucción** constituye el primer componente de este modelo y se refiere a cualquier **evento o secuencia** de eventos que podemos diseñar para **facilitar el aprendizaje de nuestros estudiantes**. Weinstein y Mayer (1985) propusieron distinciones entre la instrucción de estrategias cognoscitivas para tareas básicas o simples y para tareas complejas. El aprendizaje simple se refiere a la adquisición de hechos aislados, como: "3 x 2 = 6" o "Caracas es la capital de Venezuela", es decir, al aprendizaje de unidades de información declarativa. El aprendizaje complejo, por su parte, se refiere al aprendizaje de cuerpos integrados de conocimiento como por ejemplo: el ciclo del agua, la fotosíntesis, el ciclo de las rocas, o ¿cómo funciona un radar? Las estrategias cognoscitivas apropiadas para un aprendizaje de esta naturaleza pueden no serlo para otro, de manera tal, que las situaciones de enseñanza-aprendizaje a diseñar deben tomar en cuenta tales consideraciones.

Los procesos del aprendizaje

El aprendizaje consiste en el resultado del funcionamiento de nuestro sistema de procesamiento de información que posee tres tipos de almacén: los registros sensoriales que funcionan como una memoria sensorial (MS), la memoria a corto plazo (MCP) y la memoria a largo plazo (MLP), los cuales ya fueron descritos con suficiente nivel de detalle en la sección sobre estructuras de la memoria. De igual manera, el sistema posee cuatro procesos de control: **atención, ensayo, codificación y recuperación**.

La atención

La **atención** es el **proceso** mediante el cual **centramos y sostenemos nuestro interés** en algunos de los muchos **estímulos informativos** que recibimos **del ambiente**. Es un proceso determinante para el aprendizaje ya que de él depende no sólo cuánta información va a llegar a nuestro sistema de memoria sino también, qué clase de información va a llegar, es decir, la atención opera como un filtro de la información permitiéndonos separar lo relevante de lo irrelevante.

La información sobre el mundo exterior, -la cual puede ser presentada por nosotros los docentes o estar contenida en materiales instruccionales (libros de texto, guías, manuales, ilustraciones, mapas, etc.)- llega a nuestro sistema cognoscitivo a través de los registros sensoriales, los cuales mantienen la información por un período muy breve. Por ejemplo, cuando leemos un texto, representamos las palabras impresas en la memoria sensorial visual o memoria icónica a la que nos hemos referido anteriormente. Como ya sabemos, debido a que la información en este tipo de almacén desaparece muy rápidamente, es necesario que le prestemos atención para retenerla. Si atendemos a un grupo de unidades de información en la memoria sensorial, podremos transferirla a la MCP.

Las estrategias cognoscitivas utilizadas en los procesos de atención pueden influir no solamente sobre la cantidad de atención que prestamos, sino también, en la cantidad de información que transferimos a la MCP. Por ejemplo, cuando estamos motivados por lo que estamos leyendo, le prestamos más atención a la información en un texto que otra persona que no posee el mismo nivel de motivación que nosotros. De igual manera, las estrategias relacionadas con los procesos de atención pueden influir sobre ella, haciéndola más selectiva y, de esta manera, repercutir en el tipo de información que recibe la MCP. Por ejemplo, podemos focalizar nuestra atención en las ideas principales de los párrafos de un texto o prestarle atención sólo a las definiciones de conceptos claves.

El ensayo

El **ensayo** es el **proceso** que nos permite **practicar el material que recibimos del ambiente** que nos rodea con el fin de transferirlo a la memoria de trabajo. Cuando la información llega a la MCP, debemos repasar activamente el material. Debido a que la información en este

tipo de almacén también desaparece en poco tiempo, es necesario que practiquemos el material en forma activa.

Las estrategias cognoscitivas relacionadas con el proceso de ensayo pueden influir en: 1) la **cantidad de práctica** que se realiza y, por ende, sobre el período que la información puede ser mantenida en la MCP; en consecuencia, mientras más práctica, más información se podrá almacenar en la MCP y más tiempo se mantendrá en este almacén y 2) el **tipo de ensayo** que se realiza y, en consecuencia, en el tipo de información presente en la MCP. Por ejemplo, podemos ensayar una información tratando de encontrar las relaciones que conectan las ideas presentadas en un texto, o tratando de aprendernos una definición mediante la elaboración de la información con el fin de hacerla significativa.

La codificación

La **codificación** es el **proceso** que nos **permite transferir la información de la MCP a la MLP**. La información que tenemos almacenada en la MLP es permanente, pero su evocación se puede dificultar debido a la interferencia. Las estrategias que influyen sobre los procesos de codificación pueden afectar tanto la velocidad de la codificación del material como la cantidad y la calidad de la información codificada. Por ejemplo, en el aprendizaje de una ecuación matemática, la información la podemos codificar tal y como es presentada o podemos integrarla al conocimiento existente relativo a las variables de la ecuación.

La evocación

La **evocación** es el **proceso** que nos **permite traer el conocimiento almacenado de nuestra MLP a nuestra MCP**. La evocación del conocimiento previo durante el aprendizaje puede afectar la cantidad de información aprendida, pero no la que está almacenada en la MLP. En este sentido, el resultado del aprendizaje va a depender tanto de la información que se nos presenta, como de nuestro conocimiento previo.

Los resultados del aprendizaje

Los **resultados del aprendizaje** conforman el tercer componente y se refieren al conocimiento que adquirimos como **resultado del procesamiento cognoscitivo que realizamos durante la situación de aprendizaje**. Los resultados del aprendizaje se pueden representar como una red de nodos y de relaciones entre ellos y analizar en función de tres dimensiones básicas: 1) **el número y el tipo de nodos** (cuántos nodos y qué tipos de nodos se adquieren), 2) las **conexiones internas** (cómo hemos reorganizado la información) y 3) las **conexiones exter-**

nas (cómo hemos relacionado la información presentada con nuestro conocimiento previo).

La ejecución

La **ejecución** se refiere a las **conductas que exhibimos en pruebas de recuerdo, de reconocimiento, de comprensión o de otro tipo**. Estos tipos de pruebas constituyen la única forma de medir los resultados del aprendizaje en función de los procesos cognoscitivos involucrados ya que éstos, como eventos internos, no pueden examinarse de manera directa, pero sí pueden inferirse.

Las **pruebas de naturaleza cuantitativa** evalúan los resultados del aprendizaje en función de la **cantidad** de información aprendida, recordada o reconocida. Las pruebas de recuerdo, de reconocimiento y de preguntas y respuestas constituyen ejemplos de medidas cuantitativas. Las **pruebas de naturaleza cualitativa** intentan evaluar la **calidad de los resultados del aprendizaje**. En tal sentido, se pueden utilizar pruebas que midan las diferencias en la atención selectiva (pruebas de recuerdo o de reconocimiento con especial énfasis en los tipos de información adquirida), diferencias en las conexiones internas (pruebas de recuerdo o de reconocimiento que midan inferencias) y diferencias en las conexiones externas (pruebas de transferencia) (Mayer, 1987).

Estrategias cognoscitivas: una taxonomía

Se podría señalar que el estudio sobre las estrategias cognoscitivas comenzó con una investigación realizada por Weinstein y colaboradores (1979), cuyo propósito fue examinar cuáles son las estrategias cognoscitivas que utilizan los aprendices eficientes. Luego de realizar entrevistas semi-estructuradas a los estudiantes seleccionados para participar en el estudio, diseñaron un conjunto de quince tareas de aprendizaje. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de tres grupos y cada uno recibió cinco tareas de aprendizaje: dos listas de pares asociados de palabras (perro-gato), dos listas de palabras para recuerdo libre y una lectura. Se pidió a los sujetos que, a medida que leyeran el material, escribieran los métodos, procedimientos o actividades que utilizaban para aprender la información; de igual manera, se les pidió que describieran cualquier otra técnica que consideraran útil aunque no fuera utilizada por ellos. Posteriormente, el entrevistador discutió, detalladamente con cada uno de los sujetos, los métodos específicos descritos por ellos, lo cual permitió identificar ocho métodos de aprendizaje diferentes:

1. Utilizar técnicas de estudio. Por ejemplo, releer, reescribir, tomar notas, subrayar y repasar.
2. Utilizar las semejanzas y las diferencias físicas de las palabras. Por ejemplo, darse cuenta de la ortografía de las palabras o contar sus sílabas.
3. Seleccionar una parte de las palabras o de la lectura.
4. Formar imágenes mentales.
5. Elaborar la información de manera significativa. Por ejemplo, relacionar el material con el conocimiento o con experiencias previas o analizar las relaciones entre la información.
6. Encontrar semejanzas y diferencias.
7. Construir frases u oraciones.
8. Categorizar.

Este estudio fue realizado nuevamente con otros estudiantes y los resultados fueron muy similares. Utilizando la clasificación que hicieron los sujetos de las estrategias, éstas se agruparon en cinco categorías:

1. Estrategias de memoria: estrategias que enfatizan la repetición y la práctica de la información.
2. Estrategias físicas: estrategias que involucran las características físicas del material a ser aprendido.
3. Estrategias de elaboración imaginaria: estrategias que implican la formación de imágenes mentales con el fin de aprender el material.
4. Estrategias de elaboración verbal: estrategias que permiten : 1) elaborar sobre el material haciendo o respondiendo preguntas, 2) determinar las implicaciones de su contenido, 3) relacionar el contenido con el conocimiento previo.
5. Estrategias de agrupamiento: estrategias que permiten reordenar el material en pequeñas partes, de acuerdo con una característica común a todas las partes.

El cuadro 12.2 presenta diversas clasificaciones de las estrategias cognoscitivas según diferentes autores en orden cronológico.

Cuadro 12.2

Clasificaciones de las estrategias cognoscitivas

Weinstein y Mayer (1985)	Weinstein y MacDonald (1986)	Snowman (1986)	Chadwick (1988)	Mayer (1988)	Derry (1988-89)	Hernández y Ga (1991)
Estrategias básicas de ensayo	Estrategias de adquisición de conocimiento y estrategias activas de estudio	Estrategias de memo-ria	Estrategias de atención	Estrategias para la selección de infor-mación		Estrategias de memorización: mnemotécnicas
Estrategias complejas de ensayo			Estrategias físicas			
Estrategias básicas de elaboración		Estrategias de com-prensión	Estrategias de elaboración verbal: repeti-ción, parafra-seo, uso de preguntas, agrupación, combinación selectiva, estructura y redes.		Estrate-gias para la adqui-sición de conoci-miento verbal	Estrategias de esencialización: vistazo inicial, subrayado, extra ción de ideas principales
Estrategias complejas de elabora-ción			Elaboración por vía de imáge-nes: imágenes mnemotécnicas, episodios.	Estrategias para la construc-ción de conexiones internas	Estrate-gias para la adqui-sición de destrezas procedi-men-tales	Estrategias de elaboración: tom de notas, estrate de visión previa comprensión y consolidación, valoración, amp ción
			Comparación			
Estrategias básicas de organización			Inferencia			

Estrategias complejas de organiza-ción			Aplicación	Estrategias para la construc-ción de conexiones externas		Estrategias de estructuración: resumen, postor nizadores gráfic
Estrategias de revisión y de evalua-ción de la comprensión	Estrategias metacognosci-tivas					
Estrategias afectivas y motivacio-nales					Estrate-gias para la auto-motiva-ción	Estrategias moti cionales

Si analizamos las clasificaciones presentadas, podremos observar que algunos autores agrupan las estrategias en función de los procesos cognoscitivos involucrados en su utilización, mientras que otros las agrupan en función de los resultados del aprendizaje. De igual manera, algunos autores las restringen a la adquisición de conocimiento, mientras que otros amplían su rango de uso e incluyen los procesos de autorregulación y de motivación. Igualmente, podemos notar lo siguiente: a) algunas estrategias que en una clasificación están contenidas en una categoría, en otra se encuentran ubicadas bajo otra categoría; b) hay estrategias referidas al mismo tipo de proceso, actividad o procedimiento, pero reciben denominaciones diferentes y c) algunas categorías de estrategias se incluyen solamente en una clasificación.

Una taxonomía de estrategias cognoscitivas puede conformarse tomando en consideración el objetivo de las mismas, como por ejemplo: adquirir conocimiento, resolver problemas, regular nuestros propios procesos de memoria, de comprensión o de aprendizaje, estudiar, etc. También, tomando en cuenta los procesos con los cuales se relacionan: atender, seleccionar información, elaborar esa información, organizarla, integrarla, almacenarla, evocarla, etc.

Mención especial merecen los **procesadores de información o ayudas anexas** (Orantes, 1993) que consisten en modificaciones o manipulaciones que podemos realizar los docentes en el contenido o en la estructura del material de aprendizaje con el fin de mejorar el proceso instruccional y facilitar así el aprendizaje de nuestros estudiantes. Entre estos procesadores se encuentran: las preguntas anexas, los objetivos, las ilustraciones, el subrayado, los títulos y subtítulos, los organizadores previos, etc. En el título "Estrategias de estudio y ayudas anexas" nos referiremos a este tópico con mayor detalle.

Cada una de las estrategias cognoscitivas referidas en la clasificación presentada en la cuadro 12.3 3 pueden utilizarse con el propósito de influir en los procesos cognoscitivos involucrados en la codificación, almacenamiento y recuperación de la información recibida. Las estrategias de adquisición de conocimiento, de estudio y de resolución de problemas están dirigidas principalmente a la selección, adquisición, elaboración, organización, construcción e integración de la información. Las estrategias metacognoscitivas están relacionadas con todos estos procesos, dependiendo de las características de la tarea de apren-

dizaje. Las estrategias afectivas y motivacionales pueden también influir en todos los procesos, pero parecen ser más efectivas para la selección y adquisición de información.

Cuadro 12.3.
Una taxonomía de las estrategias cognoscitivas

Estrategias de adquisición del conocimiento	Estrategias de ensayo	Estrategias de codificación: repetir, ensayar, practicar, enumerar. Mnemotécnicas. Estrategias de organización: agrupación, clasificación, categorización.
	Estrategias de elaboración: verbal	Estrategias de elaboración verbal: parafrasear, identificar ideas principales, anticipar o predecir, elaborar hipótesis, hacer inferencias, activar conocimiento previo, pensar en analogías, extraer conclusiones, generar notas, hacer y responder preguntas, utilizar la estructura del texto, resumir.
	Estrategias de elabo ración: imaginaria	Formarse imágenes mentales.
	Estrategias de organización	Elaborar esquemas, elaborar mapas de conceptos, mapas araña, árbol organizado, brain-mapping.
Estrategias de estudio y ayudas anexas	.	Tomar notas, subrayar, repasar, responder preguntas anexas, preguntas generadas, establecer objetivos instruccionales, presentar organizadores previos, usar ayudas tipográficas (negrillas, cursivas), ilustraciones, usar títulos y subtítulos, generar encabezamientos.
Estrategias para la	.	Métodos heurísticos.

solución de problemas		Algoritmos. Procesos de pensamiento divergente.
Estrategias metacognoscitivas	.	Estrategias cognoscitivas para aprender, retener y evocar, autorreguladas y utilizadas de manera consciente.
Estrategias de apoyo y motivaciones	.	Facilitar condiciones externas: ambiente, tiempo y materiales. Identificar obstáculos internos: actitudes e interferencias. Identificar aspectos positivos.

Conclusión

En este trabajo se trata de abordar algunos de los fundamentos teóricos involucrados en el aprendizaje humano enfocados bajo una perspectiva cognoscitiva. Se hace referencia a las distinciones entre los enfoques asociacionistas y los cognoscitivos y a algunos de los supuestos básicos que los sustentan. Se describen dos de las proposiciones sobre la estructura del sistema de la memoria humana que tratan de explicar cómo procesamos, almacenamos y evocamos la información que recibimos del ambiente que nos rodea. Seguidamente, se presentan varias definiciones de estrategias cognoscitivas y se analizan con el propósito de identificar sus elementos comunes y diversas clasificaciones de estrategias cognoscitivas referidas a los procesos con los cuales se relacionan, ordenadas por autor y por orden cronológico. Finalmente, se propone una clasificación que trata de abordar diferentes áreas, no sólo las referidas a la adquisición de conocimiento, sino también, otras como las que podemos utilizar para resolver problemas, para autorregularnos como las metacognitivas y las que sirven de apoyo a todo el proceso de aprendizaje o estrategias motivacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AFIFI, A.K. y BERGMAN, R.A. (1999) Neuroanatomía funcional. México, Mc Graw-Hill.

ALEXANDER, P.A.; SCHALLERT, D.L.; HARE, V.C. (1991) Coming to terms, How researchers in learning and literacy talk about knowledge. Review of Educational Research, 61, 315-343.

ALONSO, J. (1987b) ¿Enseñar a pensar? Perspectivas para la educación compensatoria. Madrid, M.E.C.

ANDERSON, J.R. (1980) Cognitive psychology and its implications. San Francisco: Freeman.

ANDERSON, J.R. (1983) The architecture of cognition. Cambridge, Harvard University Press.

ANDERSON, T. H. (1979) Study skills and learning strategies. En: H. F. O'Neil y C. D. Spielberger (Eds.), Cognitive and affective learning strategies. New York: Academic Press.

ANDRE, T. (1986) Problem solving and education. En: G. D. Phye y T. Andre (Eds.), Cognitive classroom learning. Understanding, thinking, and problem solving. New York: Academic Press.

ANDRE, T. y PHYE, G.D. (1986) Cognition, learning, and education. En G.D. Phye y T. Andre (Eds.), Cognitive classroom learning: Understanding, thinking, and problem solving. New York: Academic Press.

ANTUNES, C. (1998) Estimular las inteligencias múltiples. Cómo son, cómo se manifiestan, cómo funcionan. Madrid, Narcea.

ATKINSON, R. C. y SHIFFRIN, R. M. (1968) Human memory: A proposed systen and its control processes. En: K. W. Spence y J. T. Spence (Eds.), The psychology of learning and motivation (Vol. 2) New York: Academic Press.

AUSTIN DE BEAUPORT, E., y DIAZ DE MELASECCA, A. (1994) Las tres caras de la mente. Caracas: Galac, S. A.

BAKER, L. (1979) Comprehension monitoring: Identifying and coping with text confusions. Journal of Reading Behavior, 11, 363-374.

BAKER, L.; BROWN, A. (1984) Metacognitive skills and reading. En: Pearson, P.D.; Barr, R.; Kamil, M.L. y Mosenthal, P. (Eds.) Handbook of reading research. Vol. I. New York, Longman, 353-394.

BALL, S. (1988) La motivación educativa. Madrid, Narcea.

BALTES, P.B. (1983) Psicología evolutiva del ciclo vital. En: Marchesi, A., Carretero, M. y Palacios, J., Psicología Evolutiva. Vol.l. Teorías y métodos. Alianza Editorial, Madrid.

BALTES, P.B. y otros (1980) Life-span developmental Psychology. Introduction to research methods. Brooks/Cole. Monterrey, California. (Trad. Métodos de investigación en psicología evolutiva. Enfoque del ciclo vital. Morata, Madrid, 1981)

BAQUÉS, M. (1995) Proyecto de activación de la inteligencia. Madrid, SM.

BARRON F. (1976) La personalidad creadora y el proceso creativo. Madrid, Marova.

BARRON F. (1976) The psychology of creativity. En: Rothenberg y Hausman.

BEAR, M.F.; CONNORS, B.W. y PARADISO M.A. (1998) Neurociencia, Explorando el Cerebro. Barcelona, Masson-Williams; Wilkins.

BEAR, R.M. (1971) Psicología evolutiva de Piaget. Kapelusz, Buenos Aires.

BEAUDOT A. (ed) (1980) La creatividad. Madrid, Narcea.

BEEBE, M. J. (1980) The effect of different types of substitution miscues on reading. Reading Research Quarterly, 15, 324-336.

BEECH, R.P. y SCHOEPPE, A. (1974) Development of value Systems in adolescent. Rev. Developmental Psychology, nº 10,5, págs. 644-656.

BELMONT, J.M.; BORKOSWSKI, J.G. (1988) A group-administered test of children's metamemory. Bulletin of the Psychonomic Society, 26, 206-208.

BELTRAN, J. A. (1993) Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.

BELTRÁN, J.A. (1984) Psicología educacional. Madrid, UNED.

BELTRÁN, J.A. (1995) Estrategias de aprendizaje. En, Beltrán, J.A., Bueno, J.A. (Eds.) Psicología de la Educación. Barcelona, Marcombo.
BELTRÁN, J.A. (2000a) Aspectos teóricos y conceptuales sobre las habilidades cognitivas. Symposium de Programas de Intervención Cognitiva. Universidad de Granada.
BELTRÁN, J.A. (2000b) Programa de inteligencia práctica aplicada a la escuela. Symposium de Programas de Intervención Cognitiva. Universidad de Granada.
BERGAN, J.R. y DUNN, J.A. (1980) Psicología educativa. Limusa, México.
BERTALANFFY, L. VON (1974) Robots, hombres y mentes. Madrid, Guadarrama.
BIELACZYC, J.; PIROLLI, P.; BROWN, A.L. (1995) Training in self-explanation and self-regulation strategies, Investigating the effects of knowledge acquisition activities on problem solving. Cognition and instruction, 13, 221-225.
BJORKLUND, D. F., ORNSTEIN, P. A. y HAIG, J. R. (1977) Developmental differences in organization and recall: Training in the use of organizational techniques. Developmental Psychology, 13, 175-183.
BODEN N.A. (1977) Artificial intelligence and natural man. Open University, Londres. (Trad. Inteligencia artificial y hombre natural. Técnos, Madrid, 1984)
BOGEN J.E. (1969) "The other side of the brain III, the corpus callosum and creativiy", Bull. of Los Angeles Neurol. Soc., 34., 191-200.
BOGEN J.E. (1973) The other side of the brain, an appositional mind. En: Ornstein.
BOGEN J.E.; BOGEN G.M. (1976) Creativity and bisected brain. En: Rothenberg-Hausman.
BOND, G. L. y TINKER, M. A. (1973) Reading difficulties: Their diagnosis and correction. New York: Appleton-Century-Crofts.
BORKOWSKI, J.G. (1992) Metacognitive theory, a framework for teaching literacy, writing and math skills. Journal of Learning Disabilities, 25, 253-257.
BORKOWSKI, J.G. et al. (1990) Self-regulated cognition, interdependence of metacognition, attributions, and self-esteem. En: Jones, B.F. y Idol, L. (Eds.) Dimensions of thinking and cognitive instruc-tion. Hillsdale, Erlbaum,, 53-92.
BORKOWSKI, J.G.; MUTHUKRISHNA, N. (1992) Metacognitive theory, a framework for teaching literacy, writing and math skills. Journal of Learning Dissabilities, 25, 253-257.
BORKOWSKI, J.G.; MUTHUKRISHNA, N. (1992) Moving metacognition into the classroom, "Working models" and effective strategy teaching. En: Pressley, M.; Harris, K.R. y Guthrie, J.T. (Eds.) Promoting academic competence and literacy in school. Toronto, Academic Press, 477-501.
BOWER, G. H. (1970) Analysis of a mnemonic device. American Scientist, 58, 496-510.
BOWER, G. H. (1975) Cognitive psychology: An introduction. En: W. K. Estes (Ed.), Handbook of learning and cognitive processes (Vol. 1) Hillsdale, NJ: L. E. A.
BOWER, T.G.R. (1983) Psicología del desarrollo. Siglo XXI, Madrid.
BRAINERD, CH.J. (1978) Piagets theory of intelligence. Prentice Hall, Nueva York.
BRANSFORD, J. D. (1979) Human cognition: Learning, understanding and remembering. Belmont, CA: Wadsworth.
BRANSFORD, J. D. et al. (1985) Improving thinking and learning skills, an analysis of tree approaches. En: Chipman, S. F. y Segal, J. Y. (Eds.) Thinking and learning skills. Vol. 1, Relating instruction to research. Hillsdale, Erlbaum, 133-208.
BRATEN, I. (1992) Vygotsky as precursor to metacognitive theory, III. Recent Metacognitive Research within a Vygotskian Framework. Scandinavian Journal of Educational Research, 36, 1, 3-19.
BRATEN, I. (1993) Cognitive strategies, A multicomponential conception of strategy use and strategy instruction. Scandinavian Journal of Educational Research, 37 (3), 217-242.
BRIGHAM, M.C.; PRESSLEY, M. (1988) Cognitive monitoring and strategy choice in younger and older adults. Psychology and Aging, 3, 249-257.
BROWN, A. L. (1975) The development of memory: Knowing, knowing about knowing, and knowing how to know. En: H. W. Reese (Ed.), Advances in child development and behavior. New York: Academic Press.

BROWN, A. L. (1979) Theories of memory and the problems of development: Activity, growth, and knowledge. En: F. I. M. Craik y L. Cermak (Eds.), Levels of processing and memory. Hillsdale, NJ: L. E. A.
BROWN, A.L. (1987) Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. En: Weinert, F.E. y Kluwe, R.H., Metacognition, motivation and understanding. New Yersey, LEA, 65-116.
BROWN, A.L.; ARMBRUSTER, B.B.; BAKER, L. (1985) The role of metacognition in reading and studying. En: Oransanu, J. (Ed.) Reading comprehension, from research to practice. Hillsdale, LEA.
BROWN, A.L.; BRANSFORD, J.; FERRARA, R.; CAMPIONE, J. (1983) Learning, remembering and understanding. En: Mussen, P.H. (Ed.) Handbook of child Psychology. Vol. III, Cognitive development. New York, John Wiley.
BROWN, A.L.; CAMPIONE, J.C. (1986) Psychological theory and the study of learning dissabilities. American Psychologist, 14, 1059-1068.
BROWN, A.L.; PALINCSAR, A.S. (1987) Reciprocal teaching of comprehension strategies, a natural history of one program of enhancing learning. En: Day, J.D. y Borkowski, J.G. (Eds.) Intelligence and exceptionality, New directions for theory, assessment and instructional practice. Norwood, Ablex.
BRUNER, J., GOODNOW, J. y AUSTIN, G. (1978) El Proceso Mental en el Aprendizaje. Madrid, Narcea, S. A. de Ediciones.
BRUNER, J.S. (1972) El proceso mental en el aprendizaje. México, Uteha.
BRUNER, J.S. (1987) The transactional self. En: Bruner, J.S. y Haste, H. (Eds.) Making sense, the child construction of the world. London, Methuen.
BUNGE, M. (1985) El problema mente-cerebro. Un enfoque psicobiológico. Madrid, Tecnos.
BURON, J. (1993) Enseñar a aprender. Introducción a la metacognición. Bilbao, Mensajero.
BURON, J. (1994) Motivación y aprendizaje. Bilbao, Mensajero.
BUSER P.; RONGUEL A. (1978) Cerebral correlates of conscious experience. Amsterdam, Elsevier.
BUTLER, D.L. (1994) From learning strategies to strategic learning, Promoting self-regulated learning by postsecondary student with learning disabilities. Canadian Journal os Special Education, 4, 69-101.
BUTLER, D.L.; WINNE, PH. H. (1995) Feedback and self-regulated learning, a theoretical synthesis. Review of Educational Research, 65, 3, 245-281.
BUZAN, T. (1996) El Libro de los Mapas mentales. Barcelona, Urano.
CAMPIONE, J.C. (1987) Metacognitive components of instructional research with problems learners. En: Weinert, F.E. y Kluwe, R.H., Metacognition, motivation and understanding. New Yersey, LEA, 137-140.
CAMPIONE, J.C.; ARMBRUSTER, B.B. (1985) Analysis-acquiring inforrnation from texts. An analysis of four approaches. En: Segal J.Y.; Chipman, S.F. y Glaser, R. (Eds.) Thinking and learning skills. Vol. 1, Relating instruction to research. Hillsdale, Erlbaum, 317-359.
CAMPIONE, J.C.; BROWN, A. (1990) Metacognitive components of instructional research with problems learners. En: Weinert, F.E. y Kluwe, R.H. (Eds.) Metacognition, motivation and understanding. Hillsdale, LEA.
CANNEY, G. y WINOGRAD, P. (1979) Schemata for reading and reading comprehension performance. Technical Report No. 120. Champaign, IL: Center for the Study of Reading.
CARLSON, N.R. (1999) Fisiología de la Conducta. Barcelona, Ariel-Psicología.
CARPENTER, R. (1998) El nuevo mapa del cerebro. Barcelona, Integral.
CARPENTER, T. (1989) Teaching as Problem Solving. En: Charles, R. y Silver, E. (Eds) The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving. Reston, Virginia (USA) Lawrence Erlbaum Associates / National Council of Teachers of Mathematics, pp 187-201.
CARRETERO, M. (1980a) Investigaciones sobre el pensamiento formal. Revista de Psicología General y Aplicada, nº 35, págs. 1-28.

CARRETERO, M. (1981) La teoría de Piaget y la psicología transcultural, La búsqueda de universales cognitivos. Rev. Infancia y Aprendizaje. Monografía Piaget, págs. 187-198.
CARRETERO, M. (1982) El desarrollo de los procesos cognitivos, Investigaciones transculturales. Rev. Estudios de Psicología, nº 9, págs. 50-70.
CARRETERO, M. (l980b) El desarrollo intelectual durante la adolescencia, competencia, actuación y diferencias individuales. Rev. Infancia y Aprendizaje, nº 12, págs. 81-98.
CARRETERO, M. y GARCIA MADRUGA, J.A. (1984) Lecturas de psicología del pensamiento. Razonamiento, solución de problemas y desarrollo cognitivo. Alianza Editorial, Madrid.
CARRETERO, M., PALACIOS, J. y MARCHESI, A. (1986) Psicología Evolutiva. vol. I. Teorías y Métodos., y vol.2. Adolescencia, madurez y senectud. Alianza. Madrid.
CASTEJÓN, J. L. y NAVAS, L. (1992) Determinantes del rendimiento académico en la Enseñanza Secundaria. Un modelo causal. Análisis y Modificación de Conducta, 18, 61, 697-729.
CASTELLÓ, M. (1995) Estrategias para escribir pensando. Cuadernos de Pedagogía, 237, 22-28.
CASTORINA, J.A. y PALAU, G.D. (1982) Introducción a la lógica operatoria de Piaget. Paidós Ibérica, Barcelona.
CAVANAUGH, J.C.; PERLMUTTER, M. (1982) Metamemory, a critical examination. Child Development, 53, 1, 11-28.
CHADWICK, C. B. (1988) Estrategias cognitivas y afectivas de aprendizaje. Revista Latinoamericana de Psicología, 1-32.
CHALVIN Marie Joseph, Los dos cerebros en el aula, TEA Ediciones, Madrid, 1995.
CHANGEUX J.P. (1983) L'Homme neuronal. París, Fayard.
CHASE, W. G. y SIMON, H. A. (1973) The mind's eye in chess. En: W. G. Chase (Ed.), Visual information processing. New York: Academic Press.
CHI, M. T. H. (1977) Age differences in memory span. Journal of Experimental Child Psychology, 23, 266-281.
CHI, M. T. H. (1978) Knowledge structure and memory development. En: R. Siegler (Ed.), Children's thinking. What develops?. Hillsdale, NJ: L. E. A.
CHI, M. T. H. (1985) Interactive roles of knowledge and strategies in the development of organized sorting and recall. En: S. F. Chipman, J. W. Segal y R. Glaser (Eds.), Thinking and learning skills (Vol. 2) Research and open questions. Hillsdale, NJ: L. E. A.
CHI, M. T. H. y GLASER, R. (1983) Problem solving abilities. Material mimeografiado.
CHI, M. T. H., FELTOVICH, P. J. y Glaser, R. (1981) Categorization and representation of physics problems by experts and novices. Cognitive Science, 5, 121-152.
CHI, M. T. H., GLASER, R., y REES, E. (1982) Expertise in problem solving. En: R. Sternberg (Ed.), Advances in the psychology of human intelligence (Vol. 1) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
CHI, M.T.H. (1987) Representing knowledge and metaknowledge, Implications for interpreting metamemory research. En: Weinert, F.E. y Kluwe, R.H., Metacognition, motivation and understanding. New Yersey, LEA, 239-266.
CHI, M.T.H.; BASSOK, M.; LEWIS, M.W.; REMANN, P.; GLASER, R. (1989) Self-explanations, How student study and use examples in learning to solve problems. Cognitive Science, 13, 145-182.
CHINN, C.A.; BREWER, W.F. (1993) The role of anomalous data in knowledge acquisitio, A theoretical framework and implications for science instruction. Review of Educational Research, 63, 1-49.
CHIPMAN, S.F.; SEGAL, J.V. (1985) Higher cognitive goals for education, An introduction. En: Segal, J.V.; Chipman, S.F. y Glaser, R. (Eds.) Thinking and learning skills. Vol. 1, Relating instruction to research. Erlbaum, Hillsdale, 1-19.
CHIPMAN, S.F.; SEGAL, J.V.; GLASER, R. (1985) Thinking and learning skills. Vol.2, Research and open questions. Hillsdale, LEA.
CLEMENTS, D.M.; NATASSI, B.K. (1990) Dynamic approach to meassurement of children's meta-componential functioning. Intelligence, 14, 109-125.

COFER, C., BRUCE, D. R. y REICHER, G. M. (1966) Clustering in free recall as a function of certain methodological variations. Journal of Experimental Psychology, 71, 858-866.
COLL, C., PALACIOS, J. y MARCHESI, A. (1990) Desarrollo psicológico y educación. Vol.II, Alianza, Madrid.
COLLINS, A. y QUILLIAN, M.R. (1969) Retrieval time from semantic memory. Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 12, 1-20.
COLLINS, A., BROWN, J. S. y LARKIN, K. M. (1980) Inference in text understanding. En: R. Spiro, B. C. Bruce y W. Brewer (Eds.), Theoretical issues in reading comprehension. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
COLLINS, A.; BROWN, J.S.; NEWMAN, S. (1989) Cognitive apprenticeship, Teaching the craft of reading, writing and mathematics. En: Resnick, L.B. (Ed.) Knowing, learning, and instructions, Essays in honor to Robert Glaser. Hillsdale, LEA.
CORNO L.; MANDINACH, E. (1983) The role of cognitive engagement in classroom learning and motivation. Educational Psychologist, 18, 88-108.
CORNO, L. (1986) The metacognitive control components of self-regulated learning. Contemporary Educational Psychology, 11, 333-336.
CORNO, L. (1989) Self-regulated learning, a volitional analysis. En: B.J. Zimmerman y D.H. Schunk (Eds.) Self-regulated learning and academic achievement. Theory, research, and practice. New York, Springer-Verlag, 11-142.
CORNO, L. (1993) The best laid plans, Modern conceptions of volition and educational research. Educational Researcher, 22, 14-22.
CORNO, L.; SNOW, R.E. (1986) Adapting teaching to individual differences among learners. En: Wittrock, M.C. (Ed.) Handbook of research on teaching. New York, McMillan, 605-629.
COVINGTON, M.V. (1983) Motivated cognitions. En: Paris, S.G.; Olson, G. M. y Stevenson, H.W. (Eds.) Learning and motivation in the classroom. Hillsdale, Erlbaum,, 139-164.
COVINGTON, M.V. (1984) The motive of self-worth. En: Ames, R. y Ames, C. (Eds.) Research on motivation in education, student motivation. Orlando, Academic Press, 77-113.
COVINGTON, M.V. (1985) Strategic thinking and the fear of failure. En: Segal, J.V.; Chipman, S.F. y Glaser, R. (Eds.) Thinking and learning skills. Vol. 1, Relating instruction to research. Hillsdale, Erlbaum, 389-416.
COVINGTON, M.V.; BEERY, R. (1976) Self-worth and school learning. New York, Holt, Rinehart and Winston.
COVINGTON, M.V.; OMELICH, C.L. (1979a) Effort, the double-edge sword in school achievement. Journal of Educational Psychology. 71, 169-182.
COVINGTON, M.V.; OMELICH, C.L. (1979b) It's best to be able and virtuous too, Student and teacher evaluative responses to successful effort. Journal of Educational Psychology, 75, 688-700.
COVINGTON, M.V.; OMELICH, C.L. (1984) Task-oriented versus competitive learning structures, motivational and performance con sequences. Journal of Educational Psychology, 76, 1038-1050.
CRAIK, F.I.M. y LOCKHART, R.S. (1972) Levels of processing: A framework for memory research. Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 11, 671-684.
CROSS, D.R.; PARIS, S.G. (1988) Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. Journal of Educational Psychology, 80, 2, 131-142.
CURTIS J.; DEMOS G ; TORRANCE E. (1976) Implicaciones educativas de la creatividad. Salamanca, Anaya/2.
DANNER, F.W. y DAY, M.C. (1977) Eliciting formal operations. Rev. Child Development, nº 48, págs. 1600-1606.
DANSEREAU, D. F. (1988) Cooperative learning strategies. En: C. E. Weinstein, E. T. Goets y P. A. Alexander (Eds.), Learning and study strategies: Issues in assessment, instruction and evaluation. New York: Academic Press.
DAVIS G.; SCOTT J. (eds) (1975) Estrategias para la creatividad. Buenos Aires, Paidós.

DAVIS, H. (1968) Máquinas Matemáticas. En: AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid, Editorial Blume. Parte V, Cap. 45, pp 365-377.
DE BONO, E. (1973) CoRT-I, Teacher's handbook. Oxford, Pergamon.
DE BONO, E. (1976) Teaching thinking. London, Temple-Smith.
DE BONO, E. (1985) The CoRT thinking program. En: Segal, J.V.; Chipman, S.F. y Glaser, R. (Eds.) Thinking and learning skills. Vol.1, Relating Instruction to Research. Hillsdale, Erlbaum, 363-388.
DE BONO, E. (1998) La enseñanza directa del pensamiento en la educación y el método CoRT. En: Maclure, S. y Davies, P., Aprender a pensar, pensar en aprender. Barcelona, Gedisa.
DE BONO, E. (1998) La enseñanza directa del pensamiento en la educación y el método CoRT. En: Maclure, S. y Davies, P., Aprender a pensar, pensar en aprender. Barcelona, Gedisa.
DE CORTE, E. (1991) Acquisition and transfer of cognitive skills, and their mediation through powerful (computer based) teaching-learning environments. En: Erasmus Intensive Program, Cognitive reestructuring and knowledge acquisition in science, technology, and maths education. Salónica, Aristotelian University de Salónica.
DE JUAN-ESPINOSA, M. (1997) Geografía de la inteligencia humana. Las aptitudes cognitivas. Madrid, Pirámide.
DE RIBEAUPIERRE, A. y PASCUAL-LEONE (1980) Application dún módele néopiagetien á l'étude des operations formelles. Rev. Bulletin de Psychologic, nº 345, págs. 6000-709.
DELVAL, J.A. (1976) El mecanismo del desarrollo mental. Nacional. Madrid.
DERRY, S.J. (1988-1989) Putting learning strategies to work. Educational Leadership, 46, 4-10.
DIAMOND M.C.; SCHEIBEL A.B. y ELSON L.M. (1996) El Cerebro Humano, Libro de Trabajo. Barcelona, Ariel.
DÍAZ, J. y RODRIGO, M. (1989a) Metamemoria y memoria, un estudio evolutivo de sus relaciones funcionales. Psicología General y Aplicada, 42, 2, 187-197.
DÍAZ, J. y RODRIGO, M. (1989b) Metamemoria y estrategias mnémicas en escolares. Infancia y Aprendizaje, 46, 3-16.
DICILLO, V. y POGGIOLI, L. (1992) Estrategias de elaboración imaginal y verbal. Comparando la ejercitación individual y en grupos cooperativos en niños de la segunda etapa de la educación básica. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en Psicología Cognitiva. Universidad Católica Andrés Bello. Montalbán, La Vega. Julio.
DIVESTA, F. J. (1989) Applications of cognitive psychology to education. En: M. C. Wittrock y F. Farley (Eds.), The future of educational psychology. Hillsdale, NJ: L. E. A.
DIVESTA, F. J., HAYWARD, K. G. y ORLANDO, V. P. (1979) Developmental trends in monitoring text for comprehension. Child Development, 50, 97-105.
DWECK, C.S. (1978) Sex differences in learned helplessness, II. the contingency of evaluative feedback in the classroom and III. an experimental analysis. Developmental Psychology.14, 268-273.
DWECK, C.S.; BEMPECHAT, J. (1983) Children's theories of intelligence, consequences for learning. En: S.G. Paris, G.M. Olson y H.M. Stevenson (Eds.) Learning and motivation in the classroom. Hillsdale, Erlbaum, 239-256.
DWECK, C.S.; LEGGETT, E.L. (1988) A social-cognitive approach to motivation and personality. Psychological Review, 95, 256-273.
ECCLES J.C. (1973) "The cerebellum as a computer, patterns in space and time", en J. of Physio logy 229, 2-32.
ECCLES J.C. (1973) The understanding of the brain. Nueva York, MacGraw-Hill.
ECCLES J.C. (1975) El cerebro, morfología y dinámica. México, Interamericana.
ECCLES J.C. (1978) An instruction-selection hypothesis of learning in the cerebrum. En: Buser-Ronguel.
ECCLES J.C. (ed.) (1966) Brain and conscious experience. Berlín, Nueva York, Heidelberg, Springer-Verlag.
ECCLES J.C.; POPPER K. (1980) El yo y su cerebro. Barcelona, Labor.

ECCLES, J. et Al. (1983) Expectancies, values, and academic behaviors. En: J.T. Spence (Ed.) Achievement and achievement motives. San Francisco, Freeman, 75-146.
EDELMAN G.M.; MOUNTCASTLE V.B. (1978) The mindful brain. Cambridge (Mass) MIT Press.
EGAN, D. E. y Schwartz, B. J. (1979) Chunking and recall of symbolic drawings. Memory & Cognition, 7, 149-158.
ELLIOTT, E.S.; DWECK, C.S. (1988) Goals, an approach to motivation and achievement. Journal of Personality and Social Psychology, 54, 5-12.
ERICCSON, K.A. y CHASE, W.G. (1982) Exceptional memory. American Scientist, 70, 607-615.
FELDMAN, C.F. y OTROS (1974) The development of adaptive íntelligence. Jossey-Bass, San Francisco.
FERGUSSON M. (1974) La révolution du cerveau. París, Calmann-Lévy.
FERNÁNDEZ-VALMAYOR, A., Fernández, C. y Vaquero, A. (1991) Panorama de la Informática Educativa, De los Métodos Conductistas a las Teorías Cognitivas (1991) Revista Española de Pedagogía, XLIX (188), Enero-Abril, 8-37.
FEUERSTEIN, R. (1990) The theory of structural cognitive modificability. En: Presseisen, B.Z. et Al., Learning and thinkings styles, Classroom interaction. National Education Association and Research for Better schools, Washington.
FEUERSTEIN, R. (1993) ¡Un momento... Déjame pensar!. Madrid, Instituto Superior San Pío X, Bruño.
FEUERSTEIN, R. et Al. (1987) Prerequisites for assessment of learning potential, LPAD Model.En LIDZ, C., Dynamic assessment, fundations and fundamentals. New York, Guilford Press.
FEUERSTEIN, R.; JENSEN, M.; HOFFMAN, M.B.; RAND, Y. (1985) Instrumental enrichment, An intervention program for structural cognitive modificability, Theory and practice. En: Segal, J.V.; Chipman, S.F. y Glaser, R. (Eds.) Thinking and learning skills. Vol.1, Relating Instruction to Research. Hillsdale, Erlbaum, 43-82.
FEUERSTEIN, R.; KLEIN, P.; TANNENBAUM, A. (1991) Mediated learning experience (MLE) London, Freund Publishing House.
FEUERSTEIN, R.; RAND, Y.; HOFFMAN, M.B. (1979) The dynamic assessment of retarded performers, The learning potencial assessment device. Baltimore, University Park Press.
FEUERSTEIN, R.; RAND, Y.; HOFFMAN, M.B.; MILLER, R. (1980) Instrumental enrichment, An intervention program for cognitive modificability. Baltimore, University Park Press.
FEYERABEND P. (1975) Against method. Londres, NBL.
FEYERABEND P. (1978) Science in a free society. Londres, NBL.
FIERRO, A. (1983) Elementos cognitivos y otros en el sistema de personalidad. Estudios de Psicología, 85-101.
FLAVELL, J. H. (1970) Developmental studies of mediated memory. En: H. W. Reese y L. P. Lipsitt (Eds.), Advances in child development and behavior (Vol. 5) New York: Academic Press.
FLAVELL, J. H. (1981) Cognitive monitoring. En: W. P. Dickinson (Ed.), Children's oral communication skills. New York: Academic Press.
FLAVELL, J. H. y WELLMAN, H. M. (1977) Metamemory. En: R. V. Kail y W. Hagen (Eds.), Perspectives on the development of memory and cognition. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
FLAVELL, J.H. (1976) Metacognitive aspecets of problem solving. En: Resnick, L. (Ed.) The nature of intelligence. Hillsdale, LEA.
FLAVELL, J.H. (1977) Cognitive development. Prentice-Hall, New Jersey. (Trad. El desarrollo cognitivo. Visor, Madrid, 1984)
FLAVELL, J.H. (1979) Metacognition and cognitive monitoring, a new area of cognitive-developmental inquiry. American Psychologist, 34, 10, 906-911.
FLAVELL, J.H. (1981) Cognitive monitoring. En W.P. Dickson (Ed.), Children's oral communication skills. New York: Academic Press.
FLAVELL, J.H. (1982) La psicología evolutiva de Jean Piaget. Paidós Ibérica, Barcelona.

FLAVELL, J.H. (1987) Speculation about the nature and development of metacognition. En: Weinert, F.E. y Kluwe. R.H. (Eds.) Metacognition, motivation and understanding. Hillsdale, Erlbaum, 21-30.
FLAVELL, J.H.; WELLMAN, H. (1977) Metamemory. En: Kail, R. y Hagen, J. (Eds.) Perspectives on the development of memory and cognition. Hillsdale, LEA.
FODOR J.A. (1983) The modularity of mind. Cambridge (Mass) MIT Press.
FOIX, S.C. (1970) Psicología de la inteligencia. Psique, Buenos Aires.
FOLINO Juan Carlos, El modelo Ned Herrmann, Revista Prensa Psicológica, Buenos Aires Setiembre 1994.
FORREST-PRESSLEY, D.; MACKINNON, G.; WALLER, T.G. (1985) Metacognition, cognition and human performance. Vol.2, Instructional practices. Orlando, Academic Press.
FRAZER, A.; MOLINOFF, P. y WINOKUR, A. (1996) Bases biológicas de la función normal y patológica del cerebro. Barcelona, Espaxis.
FUNDACIÓN EUROPEA DE LA CULTURA, (1978) La Educación Creadora. Madrid, Oriens.
GAGNÉ, R. M. (1984) Learning outcomes and their effects. American Psychologist, 39, 377-385.
GAGNE, R. M. y GLASER, R. (1987) Foundations in learning research. En: R. M. Gagné (Ed.), Instructional technology: Foundations. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
GAGNÉ, R.M. (1984) Learning outcomes and their effects. American Psychologist, 39, 377-385.
GAGNÉ, R.M. (1985) Las condiciones del aprendizaje. Cuarta edición. México: McGraw-Hill.
GARCÍA-MILA, M. y MARTÍNEZ, M. (1991) Ciencia Cognitiva, Habilidades del Pensar y Pedagogía de la Ciencia. Revista Española de Pedagogía, XLIX (188), Enero-Abril, 147-162.
GARDNER, H. (1983) Frames of mind, The theory of multiple intelligences. New York, Basic Bokks.
GARDNER, H. (1985) The mind's new science, A history of the cognitive revolution. New York, Basic Bokks.
GARDNER, H. (1991) The school of the future. En: Brockman, J. (Comp.) Ways of knowing. Reality Club, Vol. 3, 199-217.
GARDNER, H. (1993) Inteligencias múltiples, La teoría en la práctica. Barcelona, Paidós.
GARDNER, H. (1998) La mente no escolarizada, Cómo piensan los niños y cómo debería enseñar la escuela. Madrid, Paidós.
GARNER, R. (1987) Metacognition and reading comprehension. New Yersey, Ablex Publishing, 170.
GARNER, R. y KRAUS, C. (1980) Monitoring of understanding among seventh graders: An investigation of good comprehender-poor comprehender differences in knowing and regulating reading behaviors. Material mimeografiado. University of Maryland College Park.
GARNER, R.; ALEXANDER, P. (1989) Metacognition, Answered and answered question. Educational Psychologist, 24, 143-158.
GAZZANIGA M. (1970) The bisected brain. Nueva York, Appleton.
GAZZANIGA M. (1973) The split brain in man. En: Ornstein.
GAZZANIGA, M. (1977) Review of the split brain. En: M. C. Wittrock (Ed.) The Human brain. Englewood Cliffs: PrenticeHall, Inc.
GAZZANIGA, M. (1977) Review of the split brain. En: M. C. Wittrock (Ed.) The Human brain. Englewood Cliffs: PrenticeHall, Inc.
GAZZANIGA, M., y SPERRY, R. (1967) Language after section of the cerebral commissure. Brain, 90, 131.
GAZZANIGA, M., y Sperry, R. (1967) Language after section of the cerebral commissure. Brain, 90, 131.
GEBER, B.A. y OTROS (1977) Piaget and Knowing. Rontledge and Keagan Paul, Londres. (Trad. Piaget y el conocimiento, Paidós, Buenos Aires, 1980)
GICK, M. L. y HOLYOAK, K. J. (1985) Analogical problem solving. En: A. M. Aitkenhead y J. M. Slack (Eds.), Issues in cognitive modeling. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

GINSBURG, H. y OPPER, S. (1979) Piagets theory of intellectual development. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. (Trad. Piaget y la teoría del desarrollo intelectual. Prentice-Hall Internacional, Madrid, 1977)
GLASER, R. (1982) Instructional psychology: Past, present, and future. American Psychologist, 37, 292-305.
GLASER, R. (1987) Learning theory and theories of knowledge. En E. DeCorte, J.G.L.C. Lodewijks, R. PARMENTIER y P. SPAN (Eds.), Learning and instruction. Oxford/Leuven: Pergamon Press/Leuven University Press.
GOLDSTEIN, I. (1980) Developing a computational representation for problem-solving skills. En: D. T. Tuma y F. Reif (Eds.), Problem solving and education. Issues in teaching and research. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
GOLEMAN, D. (1997) Inteligencia emocional. Barcelona, Kairós.
GONZÁLEZ, F. (1998) Metacognición y Tareas Intelectualmente Exigentes, el caso de la resolución de problemas matemáticos (en prensa)
GONZÁLEZ, J.A. (1995) Motivación, cognición y rendimiento académico. Revista Gallega de Psicopedagoxía, 12 (8), 183-209.
GONZÁLEZ, M.C. y TOURÓN, J. (1992) Autoconcepto y rendimiento escolar. Pamplona, EUNSA, 388.
GONZÁLEZ, R. (1996) Acerca de la metacognición. Paradigma XIV al XVII, (1-2), 109-135.
GREENO, J. G. (1980) Trends in the theory of knowledge for problem solving. En: D. T. Tuma y F. Reif (Eds.), Problem solving and education. Issues in teaching and research. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
GREENO, J. G. (1989) El Pensamiento desde una perspectiva alterna. Acción Pedagógica, 1 (2), 51-69.
GREENO, J.G. (1980) Psychology of learning, 1960-1980. One participant's observations. American Psychologist, 35, 713-728.
GUILFORD J.P., (1978) Creatividad y educación. Buenos Aires, Paidós.
GUILFORD, J.P. (1986) La naturaleza de la inteligencia humana. Paidós, Barcelona.
GUYTON, J. (1993) Tratado de Fisiología Médica. Barcelona, Interamericana-McGraw –Hill.
HADAMARD J. (1945) The psychology of invention in the mathematical field, Princeton Univ. Press.
HAINER R. (1968) "Rationalism, pragmatism, and existentialism". En: Glat E.;Shelly M., The research society, Nueva York, Gordon and Breveh.
HALL, R.H.; DANSEREAU, D.F.; O'DONELL, A.M. (1990) Subyective graphing of metacognitive, affective and social processing, a psychometric analysis. Journal of Experimental Education, 57, 3, 271-284.
HALL, R.H.; DANSEREAU, D.F.; SKAGGS, L.P. (1988) Individual differences in affective and cognitive responses to anomalous text. Paper presented at the Annual Meeting of the Southwestern Psycho-logical Association, Tulsa.
HANLEY, G. L. y COLLINS, V. L. (1989) Metamemory judgments of the origin and content of course information: Comparing text and lecture materials. Journal of Educational Psychology, 81, 3-8
HARTMAN, H.; STERNBERG, R. (1993) A broad BACEIS for improving thinking. Instructional Science, 21, 401-425.
HAYES, J. R. (1981) The complete problem solver. Philadelphia: Franklin Institute Press.
HÉCAEN H. (1962) Clinical symptomatology in right and left hemispheric lessions. En: Mountcastle.
HECAEN H.; LANTERI L.G. (1983) Les fonctions du cerveau. París, Masson.
HERNÁNDEZ, P. y GARCÍA, L.A. (1991) Psicología de la enseñanza y el estudio. Teorías y técnicas para potenciar las habilidades intelectuales. Madrid: Ediciones Pirámide, S.A.
HERRERA, F. (2003) Cognición-metacognición, motivación y rendimiento académico en el contexto educativo pluricultural de Ceuta. Ceuta, Instituto de Estudios Ceutíes.
HERRMANN, M. (1989) The creative brain. Búfalo: Brain books.

INHELDER, B. y PIAGET, J. (1955) De la logique de l'enfant á la logique de l'adolescence. P.U.F., París. (Trad. De la lógica del niño al adolescente. Paidós, Buenos Aires, 1972)
JACOBS, J.E.; PARIS, S.G. (1987) Children's metacognition about reading, Issues in definition, measurement and instruction. Educational Psychologist, 3-4, 22, 255-278.
JENKINS, J. J. (1979) Four points to remember. A tetrahedral model and memory experiments. En: L. S. Cermak y F. I. M. Craik (Eds.), Levels of processing in human memory. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
JONES, B. F., PIERCE, J. y HUNTER, B. (1988-1989) Teaching students to construct graphic representations. Educational Leadership, 46, 20-25.
JUSTICIA, F. (1999) Metacognición y curriculum. En: Peñafiel, F.; González, D. y Amezcua, J.A. (Coords.) La intervención psicopedagógica. Granada, Grupo Editorial Universitario, 159-176.
KAIL, R. V. y HAGEN, J. W. (1977) Perspectives on the development of memory and cognition. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
KANFER, R.; ACKERMAN, P.L. (1989) Motivation and cognitive abilities, an integrative/aptitude treatment approach to skill acquisition (Monograph) Journal of Aplied Psychology, 74, 657-690.
KAVALE, K. y SCHREINER, R. (1979) The reading processes of above average and average readers: A comparison of the use of reasoning strategies in responding to standardized comprehension measures. Reading Research Quarterly, 15, 102-128.
KEMENY, J. G. (1968) El Hombre Considerado como Máquina. En: AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid, Editorial Blume. Parte V, Cap. 51, pp 432 - 440.
KERSH, B. Y. (1962) The motivating effect of learning by directed discovery. Journal of Educational Psychology, 49, 282-292.
KINTSCH, W. (1986) Learning from text. Cognition & Instruction, 3, 87-108.
KINTSCH, W. (1987) Understanding word problems: Linguistic factors in problem solving. En: M. Nagao (Ed.), Language and artificial intelligence. North Holland: Elsevier Science Publisher B. V.
KOESTLER A. (1964) The act of creation. Londres, Hutchinson.
KORNHABER, M.L. y GARDNER, H. (1998) El pensamiento crítico a través de las inteligencias múltiples. En: Maclure, S. y Davies, P., Aprender a pensar, pensar en aprender. Barcelona, Gedisa.
KORNHUBER H.H. (1974) Cerebral cortex, cerebellum and basal ganglia, an Introduction to their motor functions. En: Schmitt-Worden.
KREUTZER, M.A.; LEONARD, C.; FLAVELL, J.H. (1975) An interview study of children's knowledge abouts memory. Monographs of the Society for Research in Child Development, 40, 1-57.
KUBIE L.S. (1980) El preconsciente y la creatividad. En: Beaudot.
KUHN T.S. (1978) La estructura de las revoluciones científicas. México, FCE.
LACASA, P. y GARCÍA MADRUGA, J.A. (1997) Metacognición y desarrollo cognitivo. En: García Madruga, J.A. y Pardo, P. (Eds.) Psicología evolutiva. Madrid, UNED, 205-230.
LACASA, P. y HERRANZ, P. (1995) Aprendiendo a aprender, resolver problemas entre iguales. Madrid, CIDE, MEC.
LACHMAN, R., LACHMAN, J. L. y BUTTERFIELD, E. C. (1979) Cognitive psychology and information processing: An introduction. Hillsdale, NJ: L. E. A.
LARKIN, J. H., MCDERMOTT, P., SIMON, D. P. y SIMON, H. A. (1980) Expert and novice performance in solving physics problems. Science, 208, 1335-1342.
LAZORTHES G. (1982) Le cerveau et l'esprit, complexité et malléabilité. París, Flammarion.
LEE D. (1973) Codifications of reality, lineal and nonlineal. En: Ornstein.
LEIF, J. y JUIF, P. (1979) Textos de psicología del niño y del adolescente. Narcea, Madrid.
LENAT, D. B. (1983) Toward a theory of heuristics. En: R. Groner, M. Groner y W. F. Bischof (Eds.), Methods of linguistics. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

LESTER, F. Jr. (1989) Reflections about Mathematical Problem Solving Research. En: Charles, R. y Silver, E. (Eds) The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving. Reston, Virginia (USA) Lawrence Erlbaum Associates / National Council of Teachers of Mathematics, pp 115-124.

LESTER, F. K. (1983) Mathematical problem solving in the elementary school: Some educational and psychological considerations. En: L. L. Hatfield y D. A. Bradbard (Eds.), Mathematical problem solving: Papers from a research workshop. Columbus, Ohio: ERIC-SMEAC.

LEVIN, J. R. (1981) The mnemonic '80s: Keywords in the classroom. Educational Psychologist, 16, 65-82.

LIPMAN, M. (1985) Thinking skills fostered by philosophy for children. En: Chipman, S.F. y Segal, J.V. (Eds.) Thinking and learning skills. Vol. 1, Relating instruction to research. Hillsdale, Erlbaum, 83-108.

LLOYDS, J.W.; LOPER, A.B. (1989) Measurement and evaluation of task-related learning behaviors, Attention to task and metacognition. School Psychology Review, 15, 3, 336-345.

LOHMAN, D. (1989) Human Intelligence, An Introduction to Advances in Theory and Research. Review of Educational Research, 59, 4, pp 333-373.

LOVE, J.R. y WEBB, W.G. (1988) Neurología para los especialistas del habla y del lenguaje. Buenos Aires, Panamericana.

LOZANOV. G. (1978) Suggestology and suggestopedia. Ponencia presentada en la II Conferencia Internacional sobre Aprendizaje y Enseñanza Acelerada por Sugestopia. Iowa, USA.

LURIA A.R. (1966) Human brain and psychological processes. Nueva York, Harper.

LURIA, A.R. (1978) Cerebro y lenguaje. Barcelona, Fontanella.

LURIA, A.R. (1980) Fundamentos de Neurolingüística. Barcelona, Toray Masson.

MACLEAN P.D. (1978) "A meeting of minds". En: Chall y Mirsky (eds), Education and the brain. Univ. of Chicago Press.

MACLEAN, P. (1978) Education and the brain. Chicago: Chicago Press.

MACLEAN, P. (1990) The triune brain evolution. New York: Plenun Press.

MACLURE, S. y DAVIES, P. (1998) Aprender a pensar, pensar en aprender. Barcelona. Gedisa.

MARKMAN, E.M. (1985) Comprehension monitoring, Developmental and educational issues. En: Resnick, L.B. (Ed.) Knowing, learning and instruction, Essays in honor to Robert Glaser. Hillsdale, LEA.

MARTÍ, E. (1995) Metacognición, entre la fascinación y el desencanto. Infancia y Aprendizaje, 72, 9-32.

MARTÍNEZ, M. (1982) La psicología humanista, fundamentación epistemológica, estructura y método. México, Trillas.

MARTÍNEZ, M. (1986) "La capacidad creadora y sus implicaciones para la metodología de la investigación", Psicología, (Caracas), 12, N□ 1-2, 37-62.

MARTÍNEZ, M. (1987) "Implicaciones de la neurociencia para la creatividad y el autoaprendizaje", Anthropos (Caracas), 14, 95-124.

MARTÍNEZ, M. (1989) Comportamiento humano, nuevos métodos de investigación. México, Trillas.

MARTÍNEZ, M. (1991) La inercia mental en los estudios de postgrado. Argos (Caracas), 14, 63-71.

MARTÍNEZ, M. (1991) La investigación cualitativa etnográfica en educación, manual teórico-práctico. Caracas, Litexsa Venezolana.

MASLOW, A. (1982) La amplitud potencial de la naturaleza humana. México, Trillas.

MAY, R. (1977) La valentía de crear. Buenos Aires, Emecé.

MAYER, R. E. (1975) Different problem-solving competencies established in learning computer programming with and without meaningful models. Journal of Educational Psychology, 67, 725-734.

MAYER, R. E. (1976) Some conditions of meaningful learning for computer programming. Advance organizers and subject control of frame order. Journal of Educational Psychology, 68, 143-150.
MAYER, R. E. (1980) Elaboration techniques that increase the meaningfulness of technical text. An experimental test of the learning strategy hypothesis. Journal of Educational Psychology, 72, 770-784.
MAYER, R. E. (1983) Thinking, problem solving and cognition. New York: Freeman.
MAYER, R.E. (1987) Instructional variables that influence cognitive processes during reading. En B.K. Britton y S.M. Glynn (Eds.), Executive control processes in reading. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
MAYER, R.E. (1988) Learning strategies: An overview. En C.E. Weinstein, E.T. Goetz y P.A. Alexander (Eds.), Learning and study strategies. Issues in assessment, instruction and evaluation. New York: Academic Press.
MAYOR, J., SUENGAS, A. y GONZÁLEZ M., J. (1993) Estrategias metacognitivas. Aprender a aprender y aprender a pensar. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
McCOMBS, B.L.; MARZANO, R.J. (1990) Putting the self in self-regulated learning, The self as agent in integrating will and skill. Educational Psychologist, 25, 51-69.
McCOMBS, B.L.; WHISLER, J.S. (1989) The role of affective variables in outcomes learning. Educational Psychologist, 24, 277-306.
McCORMICK, C.B.; MILLER, G.; PRESSLEY, M. (1989) Cognitive strategy research, from basic research to educational applications. New York, Springer-Verlag.
MCKENZIE, G. R. y HERRINGTON, L. M. (1981) Effects of adjunct application questions on forward transfer of a cognitive strategy. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. Los Angeles, California.
MEGÍA, M. (Coord.) (1999) Proyecto de inteligencia Harvard. CEPE, Madrid.
MEICHENBAUM, D.; BURLAN, S.; GRUSON, L.; CAMERON, R. (1985) Metacognitive assesment. En: Yussen, S. (Ed.) The growth of reflection in children. New York, Academic Press.
MEILI, R. (1987) La estructura de la inteligencia. Análisis factorial y psicología del pensamiento. Herder, Barcelona.
MILLER, G.A. (1956) The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97.
MILLER, PH. (1985) Metacognition and attention. En: Forrest-Pressley, D.R. et Al. (Eds.) Metacognition, cognition and human performance. Vol. 2. London, Academic Press.
MILLER, R.B. et AL. (1993) Goals and perceived ability, impact on student valuing, self-regulation, and persistence. Contemporary Educational Psychology, 18, 1, 2-14.
MILNER B. (1971) "Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man", Brit. Medic. Bull., 27, 3, 272-277.
MITHAUG, D.E. (1993) Self-regulation theory, How optimal adjustment maximizes growth. West-Port, Praeger.
MONEREO, C. (1991) Enseñar a pensar a través del curriculum escolar. (Ponencias de las II Jornadas de Estudio sobre Estrategias de Aprendizaje) Barcelona, Casals.
MOORE, E. (1968) Matemáticas en las Ciencias Biológicas. En: AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid, Editorial Blume. Parte V, Cap. 45, pp 305-314.
MOORE, PH. (1993) Metacognitive processing of diagrams, maps and graphs. Learning and Instruction, 3, 215-226.
MORLES, A. (1991) El desarrollo de las habilidades para comprender la lectura y la acción docente. En Comprensión de la lectura y acción docente. A. Puente (Comp.) Madrid: Ediciones Pirámide S.A.
MOUNTCASTLE V.B. (1975) "The view from within, pathways to the study of perception", John Hopkins Medical Journal, 136, 109-131.
MOUNTCASTLE V.B. (ed) (1962) Interhemispheric relations and cerebral dominance. Baltimo re, John Hopkins.

MULCAHY, R. et al. (1993) Cognitive education project. Alberta Dept. of Education, Edmonton.
MYERS, M. y PARIS, S. G. (1978) Children's metacognitive knowledge about reading. Journal of Educational Psychology, 70, 690-690.
NAUTA W.J. (1971) "The problem of the frontal lobe, a reinterpretation", J. of Psychiatric Research, 8, 167-187.
NEIMARK, E. (1982) Adolescent thought, transition to formal operations. En: WOLMAN, B. (Ed.) Handbook of development psychology. Prentice Hall, Nueva York.
NELSON, T.O. (1992) Metacognition, Core reading. Boston, Allyn and Bacon.
NELSON, T.O.; LEONESIO, O.N. (1990) Do different metamemory judgments tap the same underlying aspects of memory?. Journal of Experimental Psychology, Learning, memory and cognition, 16, 464-470.
NICKERSON, R.S.; PERKINS, D.N. y SMITH, E.E. (1987) Enseñar a pensar, Aspectos de la aptitud intelectual. Barcelona, Paidós.
NISBET, J. (1991) Investigación reciente sobre estrategias de aprendizaje y pensamiento en la enseñanza. En, Monereo, C. (Comp.) Enseñar a pensar a través del curriculum escolar. (Ponencias de las II Jornadas de Estudio sobre Estrategias de Aprendizaje) Barcelona, Casals.
NISBET, J.; WILSON, T.D. (1977) Telling more than we can know, Verbal reports on mental processes. Psychological Review, 84, 3, 231-259.
NUMMELA, R., y ROSEGREEN, T. (1986) The triune brain: A new paradigm for education. Journal of Humanistic Education and Developmen, 24, 3 98102.
NÚÑEZ, J.C. et AL. (1995) Motivación, cognición y rendimiento académico. Revista Galega de Psicopedagoxía, 12, 8, 183-209.
NÚÑEZ, J.C. y GONZÁLEZ-PINEDA, J.A. (1994) Determinantes del rendimiento académico. Oviedo, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo.
OERTER R. (1975) Psicología del pensamiento. Barcelona, Herder.
OETTINGER, A. (1968) La Utilización de los Computadores en la Ciencia. En: AA VV. Matemáticas en el Mundo Moderno. Madrid, Editorial Blume. Parte V, Cap. 48, pp 405-414.
O'NEIL, H.F.; SPIELBERGER, C.D. (1979) Cognitive and affective learning strategies. New York, Academic Press.
OPPENHEIMER R. (1956) "Analogy in science", Amer. Psychologist, 11, 127-135.
ORANTES, A. (1993) Procesadores de información: Una tecnología blanda para el docente. Revista de Psicología, 11, (1), 67-96. P.U. Católica del Perú, Lima.
ORNSTEIN R.E. (ed) (1973) The nature of human consciousness. San Francisco, Freeman, San Francisco.
ORNSTEIN, P. A. (1978) Memory development in children. Hillsdale, NJ: L. E. A.
ORNSTEIN, P. A. y CORSALE, K. (1979) Organizational factors in children's memory. En: C. R. Puff (Ed.), Memory organization and structure. New York: Academic Press (a)
ORTIZ, T. (1994) Neuropsicología del lenguaje. Madrid, CEPE.
PAIVIO, A. (1971) Imagery and verbal processes. New York: Holt, Rinehart & Winston.
PALINCSAR, A.S.; BROWN, A.L. (1984) Reciprocal teaching of comprehensive-fostering and comprehension-monitoring activities. Cognition and Instruction, 1, 117-175.
PAPALIA, D.E. y OTROS (1975) Psicología del desarrollo. De la infancia a la adolescencia. McGraw-Hill, México.
PARDO, A. y OLEA, J.I. (1994) Desarrollo cognitivo-motivacional y rendimiento académico en segunda etapa de EGB y BUP. Estudios de Psicología, 49, 21-32.
PARIS, S. G. (1978) Coordination of means and goals in the development of mnemonic skills. En: P. A. Ornstein (Ed.), Memory development in children. Hillsdale, NJ: L. E. A. (a)
PARIS, S.G.; BYRNES, J.P. (1989) The constructivist approach to self-regulation and learning in the classroom. En: Zimmerman, B.J. y Schunk, D.H. (Eds.) Self-regulated learning and academic achievement, Theory, research, and practice. New York, Springer-Verlag, 169-200.

PARIS, S.G.; CROSS, D.R.; LIPSON, M.Y. (1984) Informed strategies for learning, a program to improve children's reading awareness and comprehension. Journal of Education Psychology, 76, 1239-1252.
PARIS, S.G.; JACOBS, J.E. (1984) The benefits of informed instruction for children's reading awareness and comprehension skills. Child Development, 55, 2083-2093.
PARIS, S.G.; NEWMAN, R.S. (1990) Developmental aspects of self-regulated learning. Educational Psychologist, 25, 87-102.
PARIS, S.G.; WASIK, A.; TURNER, J.C. (1990) The development of strategic readers. En: Pearson, P.D. (Ed.) Handbook of reading research. New York, Longman, 609-640.
PATTERSON, C. J., COSGROVE, J. M. y O'BRIEN, R. G. (1980) Nonverbal indicants of comprehension and noncomprehension in children. Developmental Psychology, 16, 38-48.
PELEGRINA, S.; JUSTICIA, F. y CANO, F. (1991) Metacognición y entrenamiento en estrategias metacognitivas. Revista de Educación de la Universidad de Granada, 5, 103-117.
PENFIELD W. (1966) Speech and perception, The uncommitted cortex. En: Eccles J.
PENFIELD W. (1969) Knowing and being. Londres, Routledge.
PENFIELD W. (1975) The mystery of the mind, Princeton Univ. Press.
PENFIELD W. (1978) Mathematical creation. En: Vernon.
PÉREZ GÓMEZ, A. (1985) Conocimiento Académico y Aprendizaje Significativo, Bases Teóricas para el Diseño de Instrucción. Cuadernos de Educación, 123-124. Caracas, Laboratorio Educativo, pp 84-128.
PETERSON, L. R. y PETERSON, M. J. (1959) Short-term retention of individual verbal items. Journal of Experimental Psychology, 58, 193-198.
PETROVSKI, A. (1980) Psicología General. Madrid, Progeso.
PIAGET, J. (1970-72) L'evolution intellectuelle entre l'adolescence et l'áge adulte. Rapport sur le III Congrés International FONEME sur la formation humaine de l'adolescence á la madurité. Milán, págs. 149-156.
PIAGET, J. (1975) Psicología de la inteligencia. Psique. Buenos Aires.
PIAGET, J. e INHELDER, B. (1966) La psychologie de l'enfant. P.U.F. París. (Trad. Psicología del niño, Morata, Madrid, 1969)
PIAGET, J. e INHELDER, B. (1968) Memoire et intelligence. P.U.F., Paris. (Trad. Memoria e inteligencia. El Ateneo, Buenos Aires, 1972)
PIAGET, J. y otros (1976) Los estadios en la psicología del niño. Nueva Visión, Buenos Aires.
PINEL, J.P. (2000) Biopsicología. Madrid, Prentice Hall.
PINTRICH, P.R. (1989) The dynamic interplay of student motivation and cognition in the college classroom. En: M.L. Maehr y C. Ames (Eds.) Advances in motivation and achievement. Greenwich, JAI Press, 117-160.
PINTRICH, P.R. et al. (1994a) Intraindividual differences in motivation and cognition in students with and without learning disabilities. Journal of Learning Disabilities, 27 (6), 360-370.
PINTRICH, P.R. et Al. (1994b) Classroom and individual differences in early adolescents' motivation and self-regulated learning. Journal of Early Adolescence, 14, 2, 139-61.
PINTRICH, P.R.; DE GROOT, E.V. (1990) Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. Journal of Educational Psychology, 82, 33-40.
PINTRICH, P.R.; GARCÍA, T. (1991) Student goal orientation and self-regulation in the college classroom. En: M.L. Maehr y P.R. Pintrich (Eds.) Advances in motivation and cognition, goals and self-regulatory processes. Greenwich, JAI Press, Vol. 7, 371-402.
PINTRICH, P.R.; SCHRAUBEN, B. (1992) Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. En: D.H. Schunk y J.L. Meece (Eds.) Student perceptions in the classroom. Hillsdale, Erlbaum, 149-183.
POGGIOLI, L. (1989) Estrategias cognoscitivas: Una revisión teórica y empírica. En: A. Puente, L. Poggioli y A. Navarro (Eds.), Psicología Cognoscitiva: Desarrollo y perspectivas. Caracas: McGraw Hill Interamericana de Venezuela.
POINCARÉ H. (1972) Ciencia y método. Madrid, Espasa-Calpe.

POLANYI M. (1966) El estudio del hombre. Buenos Aires, Paidós.
POPPER, K; ECCLES, J. (1980) El yo y su cerebro. Barcelona, Labor.
POSNER, G. (1979) Instrumentos para la investigación y desarrollo del currículo, Aportaciones potenciales de la ciencia cognoscitiva. Perfiles Educativos, 6 (Octubre, Noviembre, Diciembre de 1979), pp 17-40.
POZO, J. I. (1998) Teorías Cognitivas del Aprendizaje. Madrid, Ediciones Morata. Capítulo III, pp 39-60.
PRAMLING, I. (1983) The child's conception of learning. Acta Universitatis Gothoburgensis, Göteborgs.
PRAMLING, I. (1989) Learning to learn. A study of swedish preschool children. New York, Springer-Verlag.
PRAMLING, I. (1991) Learning about "the shop", an approach to learning in preeschool. Early Childhood Research Quaterly, 6, 151-166.
PRAMLING, I. (1993) Metacognición y estrategias de aprendizaje. En: Monereo, C. (Comp.) Las estrategias de aprendizaje. Procesos, contenidos e interacción. Barcelona, Doménech.
PRIBRAM, K.H. (1969) Brain and Behaviour, 4 vols. Londres, Pinguin.
PRIBRAM, K.H. (1982) Languages of the brain, experimental paradoxes and principles in neuropsycho logy. Nueva York, Brandon House.
PUENTE, A. (1985) Efecto de varios métodos de aprendizaje sobre los procesos de retención y transferencia en la solución de problemas. Trabajo presentado en el XX Congreso Interamericano de Psicología. Caracas. 7-12 de julio.
PUENTE, A. (1989) Solución de problemas: Procesos, estrategias e implicaciones. En: A. Puente, L. Poggioli y A. Navarro (Eds.), Psicología Cognoscitiva: Desarrollo y perspectivas. Caracas: McGraw Hill Interamericana de Venezuela.
PURVES, D.; AUGUSTINE, G.J.; FRITZPATRICK, D.; KATZ, L. C.; LAMANTIA, A.S. y MCNAMARA, J. (2001) Invitación a la Neurociencia. Buenos Aires, Panamericana.
RAMÍREZ SALGUERO, M.I. (1997) La Adaptación como factor de rendimiento de la población escolar de la comunidad musulmana ceutí. Ceuta, UNED.
RESNICK, L. B. (1981) Instructional psychology. En: M. R. Rozenweig y L. W. Porter (Eds.), Annual Review of Psychology (Vol. 32) Palo Alto, CA: Annual Reviews.
RESTAK, R. (1979) The brain, the last frontier. Nueva York, Doubleday.
RESTAK, R. (1984) The brain. New York: Bantam books.
RICHMON, P.C. (1970) An introdution to Piaget. Rontledge and Keagan Paul. Londres. (Trad. Introducción a Piaget. Fundamentos, Madrid.
RICHMOND, P.G. (1981) Introducción a Piaget. Madrid, Fundamentos.
RIMOLDI, H. J. A. (1984) Solución de problemas: Teoría, metodología y experimentación. Revista de Psicología General y Aplicada, 39, 75-96.
RIVIÈRE, A.; SARRIÁ, E. y NÚÑEZ, M. (1994) El desarrollo de las capacidades interpersonales y la teoría de la mente. En: Rodrigo, M.J. (Ed.) Contexto y desarrollo social. Madrid, Síntesis.
ROF, C. (1977) La creatividad en la ciencia. Madrid, Morova.
ROHRKEMPER, M.M. (1989) Self-regulating learning and academic achievement, a vygotskian view. En: B.J. Zimmerman y D.H. Schunk (Eds.) Self-regulated learning and academic achievement. Theory, research, and practice. New York, Springer Verlag, 143-167.
ROMÁN PÉREZ, M. y DÍEZ LÓPEZ, E. (1988) Inteligencia y potencial de aprendizaje evaluación y desarrollo, Una metodología didáctica centrada en los procesos. Madrid, Cincel.
ROTHENBERG, A.; HAUSMAN, C.R. (1976) The creativity question. Durham, Duke Univ. Press.
RUIZ BOLÍVAR, B., GARDIÉ, O., ISMAYEL, A., MENDOZA, Y., MONASTERIOS, G., Y RICHTER. (1994) Adaptación y validación de la encuesta de HBDI para evaluar la dominancia cerebral: Un estudio preliminar.
RUTTER, M.; RUTTER, M. (1992) Developing minds. London, Penguin.

SCHMITT, F; WORDEN, F. (1974) The neurosciences third study programm. Cambridge, Mass., MIT Press.
SCHUNK, D.H. (1986) Verbalization and children's self-regulated learning. Contemporary Educational Psychology, 11,347-369.
SCHUNK, D.H. (1992) Autoconcepto y rendimiento escolar. En: C. Rogers y P. Kutnick (Comps.) Psicología social de la escuela primaria. Madrid, MEC-Paidós, 83-106.
SCHWEBEL, M. (1983) Research on cognitive development and its facilitation. UNESCO, París.
SEGAL, J.Y.; CHIPMAN, S. F.; GLASER, R. (1985) Thinking and learning skills. Erlbaum, Hillsdale, 317-359.
SEGOVIA, S. y GUILLAMÓN, A. (1996) Psicobiología del Desarrollo. Barcelona, Ariel Psicología.
SENECAL, C. et al. (1995) Self_regulation and academic procrastination. Journal of Social Psychology; 135 (5), 607-619.
SHAVELSON, R.J.; HUBNER, J.J.; STANTON, G.C. (1976) Self-concept, validation of construct interpretations. Review of Educational Research, 46 (3), 407-441.
SHORT, E.J.; WEISSEBERG-BENCHEL, J.A. (1989) The triple alliance for learning, cognition, metcognition, and motivation. En: C.B. McCormick, G. Miller y M. Pressley (Eds.) Cognitive strategy research. New York, Springer-Verlag, 33-63.
SHUELL, T. J. (1986) Cognitive conceptions of learning. Review of Educational Research, 56, 411-438.
SHULMAN, L.; KEISLAR, E. (1974) Aprendizaje por descubrimiento. México, Trillas.
SIERRA, B. y CARRETERO, M. (1990) Aprendizaje, Memoria y Procesamiento de la Información, la Psicología Cognitiva de la instrucción. En: C. Cool, J. Palacios y A. Marchesi (Comp) Desarrollo Psicológico y Educación, II, Psicología de la Educación. Madrid, Alianza Editorial, pp 141-158.
SIMON, H. A. (1980) Problem solving and education. En: D. T. Tuma y F. Reif (Eds.), Problem solving and education: Issues in teaching and research. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
SIMON, H. A. (1984) Conferencia presentada en la Conferencia Nobel. Gustafus Adolphus College, St. Peter, MN.
SKINNER, B. F. (1957) Verbal behavior. New York: Appleton-Century-Crofts.
SLAVIN, R.E. (1989) Cooperative learning and student achievement:Six theoretical perspectives. En: Maehr, M.L. y Ames, C. (Eds.) Advances in motivation and achievement, Vol. 6, Motivation enhancing environments. Greenwich, JAI Press, 161-177.
SLAVIN, R.E. (1991) Cooperative learning, Theory, research ad practice. New Yersey, Prentice-Hall.
SNOW, R. y LOHMAN, D. (1989) Implications of Cognitive Psychology for Educational Measurement. En: Linn, R. (Ed) Educational Measurement (Third Editon) New york, American Council on Education; Macmillan Publishing Company, pp 263 - 331
SPERRY, R. (1973) Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres. En: F. J. McGuigan (Ed.) . The Psychophisioly of the thinking. New York: Academic Press.
SPERRY, R. W. y otros (1970) Syndrome of hemispheric deconnection. Segundo Congreso Panamericano de Neurología, Puerto Rico.
SPERRY, R., BOGEN, J., y VOGEN, P. (1970) Syndrome of hemisphere deconection. En: P. Bailey and R. L. Fial (Eds.) . Proceding American Psychologist, 23, 10, 344346.
SPERRY, R., GAZZANIGA, M., y BOGEN, J. (1969) Interhemispheric relationships: The neocortical commissures, syndromesof hemisphere disconnection. Handbook of Clinical Neurology, 4, 273290.
SPERRY, R.W. (1969a) "Role of the neocortical commisures". En: Vinken P.J.; Bruyn G.W. (dirs), Handbook of clinical neurology, Vol. IV. Amsterdam, North Holland.
SPERRY, R.W. (1969b) "A modified concept of consciousness, Psychological Rev., 76, 532-6.
SPERRY, R.W. (1974) Lateral specialization in the surgically separated hemispheres. En: Schmitt-Worden.

SPRINGER, S.P. y DEUTSCH, G. (1994) Cerebro izquierdo, cerebro derecho. Barcelona, Gedisa.
STERNBERG, R. (1980) Factor Theories of Intelligence are All Right Almost. Educational Researcher, 9 (8), pp 6-18.
STERNBERG, R. (1984) How Can We Teach Intelligence?. Educational Leadership, 42 (1), pp 38 - 48.
STERNBERG, R. (1988) Applying Cognitive Theory to the Testing and Teaching of Intelligence. Applied Cognitive Psychology, 2, 231-255.
STERNBERG, R. J. (1985) Beyond IQ. A triarchic theory of human intelligence. New york, Cambridge University Press.
STERNBERG, R.J. (1983) A criteria for intellectual skills training. Educational Researcher, 12, 6-12.
STERNBERG, R.J. (1990) Thinking styles, Keys to understanding student performance. Phi Delta Kappa, 71 366-371.
STERNBERG, R.J. (1992) Un esquema para entender las concepciones de la inteligencia. En: Sternberg, R.J. y Detterman, D.K., ¿Qué es la inteligencia?. Enfoque actual de su naturaleza y definición. Madrid, Pirámide.
STERNBERG, R.J. (1993) La inteligencia práctica en las escuelas, Teoría, programa y evaluación. En: Beltrán, J. A., y Otros, Intervención Psicopedagógica. Madrid, Pirámide.
STERNBERG, R.J. (1994) Thinkings styles, Theory and assessment at the interface between intelligence and personality. En: Sternberg, R.J. y Ruzgis, P. (Eds.) Intelligence and personality. New York, Cambridge University Press.
STERNBERG, R.J. (1998) Thinking styles. New York, Cambridge University Press (Trad., Estilos de pensamiento. Barcelona, Paidós, 1999)
STERNBERG, R.J. (2000a) Identificación de las habilidades, la instrucción y la evaluación, Un modelo triárquico. En: Beltrán, J. A., y Otros, Intervención psicopedagógica y curriculum escolar. Madrid, Pirámide.
STERNBERG, R.J. (2000b) Developing successful intelligence in children. En: Marchena, E. y Alcalde, C. (Coord.) Actas del IX Congreso INFAD 2000, Infancia y Adolescencia.Vol. 1, 21-27, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
STERNBERG, R.J.; GRIGORENKO, E.L. (1993) Thinking styles and the gifted. Roeper-Review, 16, 2, 22-30.
STERNBERG, R.J.; OKAGAKI, L.; JACKSON, A.S. (1990) Practical intelligence for success in school. Educational Leadership, Sept., 35-39.
STERNBERG, R.J.; WAGNER, R.K. (1991) MSG Thinking Styles Inventory. En: Marchena, E. y Alcalde, C. (Coord.) (2000) Actas del IX Congreso INFAD 2000. Infancia y Adolescencia. Vol. 1, 451-455, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz (Trad. Castejón, J.L., Bermejo, M.R. y Gilar, R.)
SWANSON, H.L. (1990) Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. Journal of Educational Psychology, 82 (2), 306-414.
SZENTHÁGOTHAI J., 1975, "The module concept in cerebral cortex architecture", Brain Research, 95, 475-496.
THORNDIKE, E. L. (1913) The psychology of learning. (Educational Psychology) New York: Teachers' College.
THORNDIKE, E. L. (1931) Human learning. New York: Century Co.
TRAN-THONG (1980) Los estadios del niño en la psicología evolutiva. Pablo del Río Editor. Madrid.
TSUNODA T. (1985) "Du cerveau, Japon and Occident", Internationale de l'imaginaire, 1, pp. 50-56.
TULVING, E. y Donaldson, W. (Eds.) (1972) Organization of memory. New York: Academic Press.
VAN PATTEN, J. R., CHAO, C. I. y REIGELUTH, C. M. (1986) A review of strategies for sequencing and synthesizing information. Review of Educational Research, 56, 437-472.
VARIOS (1980) Segunda monografía sobre Piaget. Rev. Infancia y Aprendizaje. Madrid.

VÁZQUEZ GÓMEZ, G. (1991) La Pedagogía Como Ciencia Cognitiva. Revista Española de Pedagogía, XLIX (188), Enero-Abril, 123-145.
VEGA, J.L. (1987) Psicología evolutiva. Vols. 2 y 3. U.N.E.D., Madrid.
VERLEE, W. L. (1986) Aprender con todo el cerebro. Barcelona (España): MartínezRoca.
VERLEE, W. L. (1986) Aprender con todo el cerebro. Barcelona (España): MartínezRoca.
VERNON, P.V. (1978) Creativity. Nueva York, Penguin.
VILA, J. (1984) Emoción y cognición. En: Tudela, P. (Ed.) Psicología experimental. Madrid, UNED.
VILLA, J.L. y ALONSO, J. (1996) Evaluación del conocimiento, Procedimientos utilizados por los profesores de BUP y FP. En: M.E.C. (Ed.) Premios nacionales de investigación educativa 1994. Madrid, CIDE, 51-78.
VYGOTSKY, L.S. (1978) Mind and Society. The development of higher psychological processes. Cambridge, University Press [Trad. (1979) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona, Grijalbo].
VYGOTSKY, L.S. (1978) Pensamiento y lenguaje. Barcelona, Grijalbo.
WATERS, H. S. y ANDREASSEN, C. (1983) Children's use of memory strategies under instruction. En: M. Pressley y J. R. Levin (Eds.), Cognitive strategy research. Psychological foundations. New York: Springer-Verlag.
WEBB, N. M. (1983) Predicting learning from student interaction: Defining the interaction variables. Educational Psychologist, 18, 33-41.
WEINERT, F.E. (1987) Introduction and overview, metacognition and motivation as determinants of effec tive learning and understanding. En: Weinert, F.E. y Kluwe, R.H. (Eds.) Metacognition, motivation, and understanding. Hillsdale, Erlbaum, 1-16.
WEINSTEIN, C. E. (1988) Assessment and training of student learning strategies. En: R. C. Schmeck (Ed.), Learning styles and learning strategies. New York: Plenum.
WEINSTEIN, C. E. y MAYER, R. E. (1985) The teaching of learning strategies. En: M. C. Wittrock (Ed.), Handbook of research on teaching. (3rd. edition) New York: MacMillan.
WEINSTEIN, C. E., RIDLEY, D. S., DAHL, T. y WEBER, E. S. (1988-1989) Helping students develop strategies for effective learning. Educational Leadership, 46, 17-19.
WEINSTEIN, C.E.; MAYER, R.F. (1986) The teaching of learning strategies. En: Wittrock, M.C. (Ed.) Handbook of research on teaching. New York, McMillan, 315-327.
WELLMAN, H.M. (1990) The child's theory of mind. Cambridge, MIT Press [Trad. (1995) Desarrollo de la teoría del pensamiento en los niños. Bilbao, Desclee de Brower].
WERTHEIMER M. (1945) Productive Thinking. Nueva York, Harper.
WIENER, N. (1968 - original de 1948) Cibernética. En: Carnap, R., Morgenstern, D., WIENER, N. y Otros. Matemáticas en las Ciencias del Comportamiento. Madrid, Alianza Editorial, S. A., Segunda Parte, pp 92-105.
WINNE, P.H.; BUTLER, D.L. (1994) Student cognition in learning from teaching. En: Husen, T. y Postlethwaite, T. (Eds.) Interactional encyclopedia of education. Oxford, Pergamon, 5738-5745.
WINNE, P.H.; MARX, R.W. (1982) Students and teachers view of thinking processes for classroom learning. Elementary School Journal, 82, 493-518.
WINNE, P.H.; MARX, R.W. (1989) A cognitive-processing analysis of motivation within classroom tasks. En: Ames, C. y Ames, R. (Eds.) Research on motivation in education. Vol.3, Goals and cognitions. San Diego, Academic Press, 223-258.
WITTROCK, M. C. (1974) Learning as a generative process. Educational Psychologist, 11, 87-95.
WITTROCK, M. C. (1977) The human brain. Englewood Cliffs (New Jersey): PrinticeHall, Inc.
WOLMAN, B.B. (1980) Manual de Psicología. Vol.3. Aprendizaje, lenguaje, pensamiento e inteligencia. Martínez Roca. Barcelona.
YUSSEN, S.R. (1985) The role of metacognition in comtemporany theories of cognitive development. En: Forrest-Pressley, D.L.; Mackinnon, G.E. y Waller, T.G., Metacognition, cognition and human performance. London, Academic Press, 253-258.

YUSTE, C. y QUIRÓS, J.M.S. (1997) Programas para la estimulación de las habilidades de la inteligencia. PROGRESINT 8-9-10-11-12-13-14-15-16. Madrid, CEPE.
YUSTE, C. y QUIRÓS, J.M.S. (1999) Programas para la estimulación de las habilidades de la inteligencia. PROGRESINT 19-20-21-22. Madrid, CEPE.
YUSTE, C. y TRALLERO, M. (1995) Programas para la estimulación de las habilidades de la inteligencia. PROGRESINT 1-2-3-4-5-6-7. Madrid, CEPE.
YUSTE, C.; DÍEZ, D. y QUIRÓS, J.M.S. (1997) Programas para la estimulación de las habilidades de la inteligencia. PROGRESINT 18. Madrid, CEPE.
YUSTE, C.; GALVE, J.L. y QUIRÓS, J.M.S. (1997) Programas para la estimulación de las habilidades de la inteligencia. PROGRESINT 17. Madrid, CEPE.
YUSTE, H.C. (1994) Los programas de mejora de la inteligencia. Madrid, CEPE.
ZACCAGNINI, J.L.; DELCLAUX, I. (1982) Psicología cognitiva y procesamiento de la información. En: Delclaux, I. y Seoane, J. (Eds.) Psicología cognitiva y procesamiento de la información. Madrid, Pirámide.
ZAJONC, R. (1980) Feeling and thinking. American Psychologist, 35, 151-175.
ZEKI, S. (1995) Una Visión del Cerebro. Barcelona, Ariel-Neurociencia.
ZELLERMAYER, M.; SALOMON, G.; GLOBERSON, T.; GIVON, H. (1991) Enhancing writingrelated metacognitions through a computerized writing partner. American Educational Research Journal, 28, 373-391.
ZIMMERMAN, B.J. (1989a) Models of self-regulated learning and academic achievement. En: Zimmerman, B.J. y Schunk, D.H. (Eds.) Self-regulated learning and academic achievement. Theory, research, and practice. New York, Springer-Verlag, 1-25.
ZIMMERMAN, B.J. (1989b) A social cognitive view of self-regulated academic learning. Journal of Educational Psychology, 81, 329-339.
ZIMMERMAN, B.J. (1989b) A social cognitive view of self-regulated academic learning. Journal of Educational Psychology, 81, 329-339.
ZIMMERMAN, B.J. (1990) Student differences in self-regulated learning, Relating grade, sex and giftedness to self-efficacy and strategy use. Journal of Educational Psychology, 82, 51-59.
ZIMMERMAN, B.J. (1990a) Self-regulated learning and academic achievement, an overview. Educational Psychologist, 25, 3-17.
ZIMMERMAN, B.J. (1990b) Self-regulating academic learning and achievement, The emergence of a social cognitive perspective. Educational Psychology Review, 2, 173-201.
ZIMMERMAN, B.J. (1992) Perceptions of efficacy and strategy use in the self-regulation of learning. En: D.H. Schunk y J.L. Meece (Eds.) Student perceptions in the classroom. Hillsdale, Erlbaum, 185-207.
ZIMMERMAN, B.J. y BANDURA, A. (1994) Impact of self-regulatory influences on writing-course attainment. American Educational Research Journal, 31, 845-862.
ZIMMERMAN, B.J.; SCHUNCK, D.H. (1989) Self-regulated learning and academic achievement. Theory, research and practice. New York, Springer-Verlag.
ZIMMERMAN. B.J.; MARTÍNEZ-PONS, M. (1986) Development for a structure interview for assessing student use of self-regulated learning-strategy. American Educational Research Journal, 23, 614-628.
ZIMMERMAN. B.J.; MARTÍNEZ-PONS, M. (1988) Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. Journal of Educational Psychology, 80, 284-290.
ZIMMERMAN. B.J.; MARTÍNEZ-PONS, M. (1990) Student differences in self-regulated learning, Relating grade, sex and giftedness to self-efficacy and strategy use. Journal of Educational Psychology, 82, 51-59.
ZIMMERMAN. B.J.; MARTÍNEZ-PONS, M. (1992) Perceptions of efficacy and strategy use in the self-regulation of learning. En: D.H. Schunk y J.L. Meece (Eds.) Student perceptions in the classroom. Hillsdale, Erlbaum, 185-207.